This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

UC-NRLF
B 3 816 918

THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA
DAVIS

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, RUE MIGNON, 2.

Bulletin

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Tome Septième. Deuxième Série.

1849 A 1850.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ,
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 24.

1850.

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

Séance du 5 novembre 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite onze présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants;* juin à septembre 1849.

De la part de M. le ministre de l'instruction publique, *Rapport sur le Concours de 1849, fait à l'Académie des inscriptions et belles-lettres, au nom de la Commission des antiquités de la France*, par M. Lenormant (lu dans la séance publique annuelle du 17 août 1849); in-4, 35 p. Paris, 1849, chez Firmin Didot frères.

De la part de M. de Christol, *Aires comparées des six dernières molaires supérieures et inférieures des Solipèdes Cémentodontes et Acémentodontes et des Paléothériums, calquées sur les planches de Cuvier, de M. Frédéric Cuvier et de M. de Blainville;* in-fol., 1 fle; Montpellier, 1849, chez Boehm.

De la part de M. Coquand : 1° *Analyse d'un travail intitulé : Description des terrains primaires et ignés du département du Var* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI); in-8, 18 p. Paris, 1849.

2° *Note sur les minerais de fer des départements de l'Aveyron, du Lot, de Lot-et-Garonne, du Tarn, de Tarn-et-Garonne et de la Charente-Inférieure* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI); in-8, 43 p., 1 carte. Paris, 1849.

De la part de M. Damour : 1° *Notices*, 1° *sur la découverte du*

Tantalite dans les environs de Limoges; 2° *sur un nouveau phosphate de fer, de manganèse et de soude, l'Alluaudite, trouvé dans le département de la Haute-Vienne* (extr. du t. XIII des *Ann. des mines*, 1848); in-8, 16 p. Paris, 1848, chez Carilian-Goeury.

2° *Notice sur l'Ankanisite* (extr. du t. XV des *Ann. des mines*, 1849), par MM. Damour et Descloizeaux; in-8, 15 p., 1 pl. Paris, 1849, chez Thunot et Cie.

3° *Notices et Analyses sur un Hydrosilicate de zircone cristallisé, trouvé dans le département de la Haute-Vienne* (extr. des *Ann. de chim. et de phys.*, 3e sér., t. XXIV); in-8, 8 p. Paris, 1848, chez Bachelier.

De la part de M. Deshayes, *Traité élémentaire de Conchyliologie, avec l'application de cette science à la géognosie*; 11e et 12e livraison. Paris, 1849, chez Victor Masson.

De la part de M. J. Fournet, *Note sur certains gîtes de fer et de manganèse* (extr. des *Ann. de la Soc. nation. d'agric., d'hist. natur. et des arts utiles de Lyon*, 1849); in-8, 4 p. Lyon, 1849, chez Barret.

De la part de M. Hogard : 1° *Carte, croquis et coupes pour servir à l'explication de la constitution géologique des Vosges*; in-fol., 8 p., pl. 2 à 25. Épinal, 1846, chez Didlon.

2° *Coup d'œil sur le terrain erratique des Vosges*; in-8, 72 p. Épinal, 1848, chez Ve Gley.

De la part de M. Leymerie, *Note sur le plan en relief des Pyrénées de la Haute-Garonne, entrepris par M. Lezat* (insérée dans le *Journal de Toulouse*, n° du 15 septemb. 1849).

De la part de M. Charles d'Orbigny, *Tableau général des terrains et des principales couches qui constituent le sol du bassin parisien*; in-fol. Paris, chez Béchet fils.

De la part de M. Puton, *Rapport à la Société géologique de France sur les roches des Vosges, travaillées pour la décoration dans les ateliers de M. Colin, à Épinal* (extr. des *Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges*, t. VI, 3e cah., 1848); in-8, 15 p. Épinal, chez Ve Gley.

De la part de M. Vor Raulin : 1° *Essai sur l'Orographie du département de l'Yonne* (extr. du *Bull. de la Soc. des sciences*

histor. et natur. de l'Yonne); in-8, 20 p., 1 tableau. Auxerre, chez Perriquet.

2° *Rapport sur un Mémoire de M. J. Delpech, intitulé : Recherches sur l'âge de la formation d'eau douce de la partie orientale du bassin de la Gironde* (extr. du *Rec. des actes de l'Acad. de Bordeaux*, 1848); in-8, 22 p. Bordeaux, 1848, chez Hehr Frères.

3° *Nivellement barométrique de l'Aquitaine (bassin tertiaire de la Gironde et de l'Adour)* (extr. du *Rec. des actes de l'Acad. de Bordeaux*, 2e partie, section des Pyrénées); in-8, 40 p.

De la part de M. le docteur Teissier-Rolland : 1° *Des eaux de Nîmes et de l'aqueduc romain du Var*, t. II, 3e partie, in-8, p. I à LXXI, 563 à 824, 2 cartes. Nîmes, 1848. — 4e partie, in-8, p. I à XVIII, 835 à 1070. Nîmes, 1849, chez Ballivet et Fabre.

2° *Du service hydraulique en France, de son importance et de son avenir*; 1re livrais.; in-8, 141 p. Nîmes, 1849, chez Ballivet et Fabre.

De la part de M. Virlet d'Aoust, *Rapport sur les mines de sel gemme et de charbon de terre de Grozon, arrondissement de Poligny (Jura)*; in-fol., 16 p., 1 carte.

De la part de M. Arn. Guyot, *The Earth*, etc. (La Terre et l'Homme; leçons de géographie physique comparée dans ses rapports avec l'histoire du genre humain, par M. Arnold Guyot; traduit du français par M. Felton); in-8, 310 p., 5 pl. Boston, 1849, chez Gould, Kendall et Lincoln.

De la part de Sir R. I. Murchison : 1° *On the geological structure of the Alps, Carpathians and Appennines*) (from *The London, Edinburgh and Dublin philos. Magaz. for March* 1849); in-8, 10 p.

2° *On the geological structure of the Alps, Appennines and Carpathians* (from *The quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, vol. V, partie 1); in-8, 154 p., 1 carte. London, 1849, chez Longman.

3° *On the distribution*, etc. (Sur la distribution des détritus superficiels des Alpes, comparés à ceux de l'Europe septentrionale) (from *The London, Edinburgh and Dublin philos. Magaz. for july* 1849); in-8, 6 p. London, 1849, chez Longman.

De la part de M. L. de Buch, *Betrachtungen*, etc. (Considérations sur le mode de formation et les limites des couches crayeuses) (extr. des *Séances de la Soc. d'hist. natur. des provinces prussiennes du Rhin et de la Westphalie*); in-8, 32 p., 1 carte. Bonn, 1849, chez Henri et Cohen.

De la part de M. Geinitz, *Das Quadersandsteingebirge*, etc. (De la formation du quadersandstein, ou de la craie, en Allemagne); 1re partie; in-8, 110 p., 6 pl. Freiberg, 1849, chez Craz et Gerlach.

De la part de M. D. Paoli, *Della corrente*, etc. (Des courants littoraux. — Du niveau constant des mers. — De l'origine des roches granitiques. — Les deux premiers de ces trois mémoires sont extraits *dalle Esercit. Agrarie dell' Accad. di Pesaro*, *an.* XI, *sem.* 1); in-8, 126 p. Pesaro, 1849, chez Nobili.

De la part de M. le docteur Henri Bayard, *Notice sur l'établissement thermal et les eaux minérales de Château-Gontier*; in-32, 24 p. Château-Gontier, 1849, chez Delaplace.

De la part de M. Bouchacourt, *Notice industrielle sur la Californie*; in-8, 72 p. Paris, 1849, chez Mathias.

De la part de M. Husson, *Supplément à l'esquisse géologique de l'arrondissement de Toul*; in-8, 24 p., 1 carte. Toul, 1849, chez Bastien.

De la part de l'Académie royale de Belgique, *Mémoire sur la fertilisation des landes de la Campine et des Dunes* (couronné par l'Acad. roy. de Belgique), par M. Eenens; in-8, 330 p. Bruxelles, 1849, chez Hayez.

De la part de M. Quetelet, *Sur le climat de la Belgique*, 3e partie; *de l'Électricité de l'air*; in-4, 76 p. Bruxelles, 1849, chez Hayez.

De la part de sir H. de La Bèche, au nom du gouvernement britannique, *Memoirs*, etc. (Mémoires relatifs à la description géologique du Royaume-Uni; décade 1re); in-4, 48 p., 10 pl. Londres, 1849, chez Longman, Brown, Green et Longmans.

De la part de M. Gabriel Jobert, *Ideas*, etc. (Idées, ou Esquisse d'un nouveau système de philosophie); in-8, 338 p. Londres, 1848, chez Simpkin, Marshall et Ce.

De la part de M. James Nicol, *Manual*, etc. (Manuel de minéralogie, ou Histoire naturelle des minéraux du royaume);

in-8, 576 p. Édimbourg, 1849, chez Adam et Charles Black.

De la part de M. Andrew C. Ramsay, *Passages*, etc. (Fragments de l'histoire de la géologie) (extr. d'une *Leçon d'introduction* faite au collége de l'Université, à Londres); in-8, 37 p. Londres, 1849, chez Taylor, Walton et Maberly.

De la part de M. David Christy, *A Lecture*, etc. (Leçon sur la colonisation de l'Afrique); in-8, 56 p. Cincinnati, 1849, chez James.

De la part de M. James D. Dana : 1° *Review*, etc. (Examen de l'ouvrage de M. Chambers, intitulé : *Anciens rivages de la mer*, et observations sur l'étude des terrasses) (extr. de l'*Americ. Journ. of sc. and arts*, 2e sér., vol. VIIe); in-8, 14 p. New-Haven, 1848.

2° *Notes*, etc. (Notes sur la haute Californie, d'après les observations faites pendant l'expédition d'exploration des États-Unis, sous la direction du capitaine Charles Wilkes) (extr. de l'*Americ. Journ. of sc. and arts*, 2e sér., vol. VIIe); in-8, 10 p. 1 pl. New-Haven, 1849.

De la part de M. Charles Darwin, *Geology*; in-8, 42 p. Londres, 1849, chez William Clowes.

De la part de M. le docteur Debey, *Entwurf*, etc. (Esquisse d'une description géogénétique des environs d'Aix-la-Chapelle); in-4, 67 p., 1 pl. Aix-la-Chapelle, 1849, chez Beaufort.

De la part de M. de Dechen : 1° *Die Uebersichts-Karte*, etc. (De la carte générale du mont Reviere, près du Sieg); in-8, 23 p.

2° *Physisch-medicinische Topographie*, etc. (Topographie physico-médicale du cercle de Schmalkalden), par MM. Danz et Fuchs; in-8°, 356 p., avec un atlas de 8 pl., vol. VIIe, 1849.

3° *Physisch-medicinische Topographie*, etc. (Topographie physico-médicale du cercle d'Eschwege), par M. le doct. Carl. Schreiber; in-8°, 291 p., 1 pl. Marbourg, chez Elwert.

De la part de M. le docteur Noeggerath : 1° *Sendschreiben*, etc. (Rapport adressé au professeur de minéralogie W. Haidinger, à Vienne, sur les infiltrations minérales qui se rencontrent dans le mélaphyre); in-8, 18 p., 2 pl. Bonn, 1849.

2° *Vesuv*, etc. (Relief du Vésuve et du mont Somma, avec

dessins géognostiques, de M. Dickert; in-8, 3 p. Bonn, 1849, chez Carl Georgi.

De la part de M. Loven : 1° *Index*, etc. (Index des Mollusques habitant les rivages occidentaux de la Scandinavie) (extr. des *Bull. des travaux de l'Acad. roy. des sciences de Stockholm*, 13 mai et 10 juin 1846); in-8, 50 p. Stockholm, 1846, chez Norsted et fils.

2° *Malacozoologi* (Malacozoologie) (extrait des *Bull. des travaux de l'Acad. roy. des sciences de Stockholm*, 9 juin 1847); in-8, 24 p., 15 pl.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 1er semestre, t. XXVIII, nos 25 et 26; 2e semestre, t. XXIX, nos 1 à 18.

L'Institut; 1849, nos 807 à 826.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée; nos 9 à 12, mai à août 1849.

Bulletin de la Société de géographie; 3e série, t. XI, nos 63 à 68, mars à août 1849.

Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire; t. XXIX, no 1, janvier à mars 1849.

Mémoires de la Société des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille; 1re et 2e partie.

Mémoires de la Société linnéenne de Normandie; vol. VIIIe, années 1843 à 1848.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; t. XXII, no 106.

Mémoires de la Société des sciences, lettres et arts de Nancy; 1847.

Séances et travaux de l'Académie de Reims; année 1848-1849, nos 13 à 19.

Société académique de Saint-Quentin. — Annales agricoles, scientifiques et industrielles du département de l'Aisne; 2e série, t. VI, travaux de 1848.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges; t. VI, 3e cahier, 1848.

— *Bulletins de l'Académie royale des sciences, des lettres*

et des beaux-arts de Belgique, t. XV, 2e partie, année 1848; t. XVI, 1re partie, année 1849.

— *Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, t. XXIII, 1849.

— *Annuaire de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*; 15e année, 1849.

— *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, t. XII, 1re partie; Genève, 1849.

— Premier et deuxième supplément au tome XII des *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*. — *Observations astronomiques faites à l'observatoire de Genève, dans les années* 1846 et 1847; par M. E. Plantamour. Genève, 1848 et 1849.

The Athenæum; 1849, nos 1130 à 1149.

Philosophical Transactions of the royal Society of London; 1848, 1re et 2e partie; 1849, 1re partie.

Proceedings of the royal Society of London; 1847, nos 69, 70; 1848, nos 71, 72.

— *Address*, etc. (Discours du très noble marquis de Northampton, président, prononcé à l'Assemblée générale de la Société royale de Londres, le 9 juin 1848); in-8o, 8 pages. Londres, 1848, chez R. et J.-E. Taylor.

— *Listes des membres de la Société royale de Londres*, des 30 nov. 1847 et 30 nov. 1848.

The quarterly Journal of the geological Society of London; nos 18 et 19, mai et août 1849.

Report, etc. (Relation de la dix-huitième réunion de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, tenue à Swansea, en août 1848); in-8o. London, 1849.

1° *Transactions of the royal geological Society of Cornwall*; vol. VIe. Penzance, 1846.

2° *Annual report*, etc. (Comptes rendus annuels de la réunion de la Société royale géologique de Cornouailles, avec le discours du président, et les communications et notes lues à la Société); nos 34 et 35. Penzance, 1847 et 1848.

Transactions of the royal Society of Edinburgh; t. XVI, part. 5e; vol. XIX, part. 1re.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh; vol. IIe, nos 33, 1848-1849; no 34, 1849.

Journal of the geological Society of Dublin; t. IV, part. 1re.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie de MM. Leonhard et Bronn); année 1849, cahiers 2 à 4.

Nova acta Academiæ C. L. C. naturæ curiosorum; in-4o, vol. XXIIe, part. 1re. Breslau et Bonn, 1847.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de la Société des naturalistes de Gorlitz); vol. Ve, 1er cahier, 1848.

Auszug, etc. (Extraits des procès-verbaux des séances de la Société des sciences naturelles de Halle); 1re année, de juin 1848 à juin 1848.

Zeitschrift, etc. (Bulletin de la Société géologique d'Allemagne); vol. Ier, cah. 1er, déc. 1848, janv. 1849.

Schriften, etc. (Mémoires de la Société pour l'avancement des sciences naturelles réunies de Marbourg); vol. VIe, 1848.

Württembergische, etc. (Brochures annuelles de la Société d'histoire naturelle de Wurtemberg); 5e année, 1849, 1er cah.

Årsberättelse, etc. (Rapport annuel sur les progrès de la zoologie, pendant les années 1843 et 1844, présenté par le prof. S. Loven à l'Académie royale des sciences de Stockholm, 3e part. (Crustacés); in-8o, 235 p. Stockholm.

Årsberättelse, etc. (Rapport annuel sur les progrès de la zoologie pendant les années 1845 et 1846, 2e part. (Insectes), présenté par le prof. C. H. Boheman); in-8o, 276 p. Stockholm, 1847.

Årsberättelse, etc. (Rapport annuel sur les progrès de la chimie et de la minéralogie, présenté le 31 mars 1847 par le prof. Jac. Berzelius); in-8o, 557 p. Stockholm, 1848, chez Norstedt et fils.

Kongl. Vetenskaps, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Stockholm, pour l'année 1846).

Plancher, etc. (Atlas des mémoires de l'Académie royale des sciences de Stockholm, pour l'année 1846); in-8o, 18 pl.

Ofversigt, etc. (Comptes rendus des travaux de l'Académie royale des sciences de Stockholm); 1847, nos 7 à 10; 1848, nos 1 à 6.

The american Journal of science and arts, by Silliman; 2e sér., vol. VIe, no 18, nov. 1848; vol. VIIe, nos 19 et 20, janv. et mars 1849.

The Journal, etc. (Journal de l'Archipel indien et de l'Asie orientale); vol. IIIe, nos 5 à 7, mai à juillet 1849.

Journal of the Bombay, etc. (Journal de la Société royale asiatique. Section de Bombay); vol. III, no 12, janv. 1849.

M. d'Archiac présente à la Société la *deuxième partie* du *tome II* de l'*Histoire des progrès de la géologie*.

M. le Président annonce ensuite que le Conseil, dans la séance de ce jour, a été d'avis de vendre ce volume 2 fr. 50 c. aux Membres de la Société, et 6 francs au public.

M. le Président rappelle aux Membres qui font des communications à la Société, que le manuscrit de leurs Mémoires doit être remis au Secrétaire, au plus tard dans la séance qui suit celle où ces communications ont été faites; il les invite à vouloir bien se conformer à cet article du règlement, pour qu'aucun obstacle ne vienne arrêter la publication du *Bulletin*.

Séance du 19 novembre 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Bachelier, propriétaire, à Sainte-Scolasse-sur-Sarthe (Orne), présenté par MM. Hébert et Lory;

De Cazanove (Charles), propriétaire, à Avizé (Marne), présenté par MM. Charles d'Orbigny et Desnoyers;

Colin (Ernest), propriétaire, à Paris, rue Saint-George, 52, présenté par MM. Arraut et de Verneuil;

Daras (l'abbé), sous-directeur de l'institution des sourds-

nuets, à Saint-Médard, à Soissons (Aisne), présenté par MM. Charles d'Orbigny et Desnoyers;

Gaudry (Albert), attaché au Muséum d'histoire naturelle, à Paris, rue Saint-Honoré, 343, présenté par MM. Alcide et Charles d'Orbigny;

Don Amalio Maestre, ingénieur des mines, à Oviedo (Espagne), présenté par MM. Paillette et de Verneuil;

Mangel (Eugène), notaire à Blot-l'Église, par Menat (Puy-de-Dôme), présenté par MM. Pomel et Hébert;

Ozenne (Charles-Louis-Marie), étudiant en médecine, à Paris, rue Rumfort, 7, présenté par MM. Bourjot et Michelin;

Potiez (Valéry-Louis-Victor), membre de la Société d'agriculture et de la commission administrative des Musées, à Douai (Nord), présenté par MM. Michelin et Delanoue;

Toilliez (Désiré), aspirant ingénieur des mines, à Jemmapes (Belgique), présenté par MM. Alex. Rouault et Viquesnel;

Weisse (Jean-Adam), docteur en médecine, à Paris, rue de Jussieu, présenté par MM. Charles d'Orbigny et de Verneuil.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants;* octobre 1849.

De la part de M. Buteux, *Esquisse géologique du département de la Somme;* in-8, 122 p. Paris, 1849, chez P. Bertrand.

De la part de M. Hébert, *Notice sur les fossiles tertiaires du Limbourg, et sur ceux de la couche à* Ostrea cyathula, *Lamk., du bassin de Paris* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI); in-8, 14 p. Paris, 1849, chez Martinet.

De la part de M. de La Roquette, *Norwége* (extr. de l'*Encyclopédie moderne*, t. XXII); in-8, 38 p. Paris, 1849, chez Firmin Didot.

De la part de MM. Pictet et Roux, *Description des mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs*

de Genève; seconde livraison, *Gastéropodes*, in-4, p. 168 à 287, pl. 16 à 27. Genève, 1849, chez Fick.

De la part de M. Paoli, *Lettera*, etc. (Lettre à M. le comte Annibal Ranuzzi sur quelques dislocations géologiques) (communiquée au IXe congrès des savants italiens, sect. de géol. et de minér., le 27 sept. 1847); in-8, 9 p., 1 pl. Pesaro, 1848, chez Annesio Nobili.

De la part de M. Renou, *Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années* 1840, 1841 *et* 1842. — *Géologie de l'Algérie*; in-4, 118 p., 6 pl. Paris, 1848, chez Victor Masson.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 1er semestre, t. XXVIII, table des matières; 2e semestre, t. XXIX, nos 19 et 20.

L'Institut; 1849, nos 827 et 828.

Annales des mines; 4e sér., t. XV, 1re et 2e livraisons de 1849.

Séances et travaux de l'Académie de Reims. Année 1849-1850, nos 1 à 3.

The Athenæum; 1849, nos 1150 et 1151.

Verzeichniss, etc. (Catalogue des Mémoires de l'Académie royale des sciences de Berlin, de 1822 à 1846, suivant l'ordre de leur publication); in-8, 29 pages. Berlin, 1848, chez Dümmler.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Berlin); année 1847.

Monatsbericht, etc. (Bulletin mensuel de l'Académie royale des sciences de Berlin); juillet 1848 et juin 1849.

Proceedings, etc. (Bulletins de l'Académie des sciences naturelles de Philadelphie); vol. IV, 1849, nos 9 et 10.

M. Avril offre à la Société, de la part de l'auteur, *trois cartes, sur papier grand aigle, des arrondissements de Pau, d'Oleron et de Bayonne*, dressées par M. Perret, d'après les plans du cadastre en 1847, 1848 et 1849, et gravées à Paris par MM. Avril frères.

M. Michelin offre à la Société, de la part de M. de Nœggerath, un portrait lithographié de Goldfuss, ainsi que deux fragments d'Hippurites provenant du Tourtia de Montignies-sur-Roc.

M. Deville offre à la Société, de la part de M. Renou, le volume de Géologie de l'expédition scientifique en Algérie.

M. le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. Félix Lebrun, architecte à Lunéville, qui annonce la perte que la Société vient de faire en la personne de M. Perrin.

M. Perrin laisse une très riche collection paléontologique, composée principalement d'une série de fossiles du muschelkalk, du grès bigarré et des marnes irisées ; à savoir, 1,500 ossements de Vertébrés qui ont été décrits par Cuvier et par Hermann de Meyer, autant de dents et de débris de Poissons, et une série nombreuse de Mollusques, enfin une riche collection de végétaux fossiles du muschelkalk.

Le frère de M. Perrin, actuellement possesseur de cette collection, se propose de la vendre en un seul lot, ou bien d'en détacher, pour les vendre séparément, des suites du muschelkalk.

M. Paillette donne lecture du Mémoire suivant :

Notice sur une pyrite stannifère (ballestérosite) *et sur quelques gisements d'étain en Espagne*, par MM. Guillaume Schulz, inspecteur général, et Adrien Paillette, ingénieur des mines.

Asturies, septembre 1849.

Introduction. — Parmi les pays qui jusqu'à présent ont fourni à la science le plus de minéraux et surtout de minerais d'étain, on ne voit figurer que fort rarement la péninsule Ibérique..., et pourtant elle est célèbre à plus d'un titre.

Si l'on jette, en effet, un coup d'œil sur les auteurs anciens, on ne tarde pas à reconnaître que l'étain était employé dès la plus haute antiquité, et que l'un des plus grands commerces des Phéniciens fut la vente de ce métal, qu'ils achetaient dans les pays situés au delà des colonies d'Hercule et de la colonie de Tartessus (1).

---

(1) *Sur l'étain des îles Cassitérides.* — *Diodore*, livre 5, chap. 25 ; et *Moïse*, Nombres XXXI, 22.

Monnaies phéniciennes. — Statue en bronze de l'île Corvo (Açores).

Plus tard, nous voyons Posidonius et Pline (1) parler clairement, sous les noms de *cassiteron* et de *plumbum album*, de l'étain qu'on exploitait du côté de la Lusitanie, chez les Artabres et les Galiciens, ainsi que sur d'autres points qu'ils indiquent toujours comme situés au nord de la Lusitanie ou Portugal.

Les auteurs que nous citons disent que l'étain n'était pas seulement trouvé à la surface de la terre, mais bien exploité par excavations et fondu ainsi qu'on le fait pour l'or et l'argent. Pline parle encore de sables stannifères de couleur noire qui sont lavés et fondus ensuite dans des fourneaux destinés à cet usage.

Comme on le voit, tout ceci s'applique bien aux minerais de la province de Zamora, de Galice et des Asturies. Mais, ce que les relations anciennes offrent selon nous de plus remarquable, c'est le passage de Pline, cap. 47, passage qui l'a fait souvent accuser d'inexactitude dans ses récits « ..... *Invenitur et in aurariis metallis quæ alutia vocant*..... », passage qui tendrait à prouver que Pline a voulu parler des mines d'étain d'Ablaneda, situées à côté des immenses exploitations et lavoirs d'or des environs de Salas (2), dont nous parlerons, ainsi que de plusieurs mines d'or des Asturies, dans un mémoire que nous préparons depuis longtemps. Nous ne connaissons, en effet, aucune exploitation d'étain et d'or dans le même gisement.

Ces mines d'étain de l'antiquité dans les Asturies sont très curieuses. L'une, celle de Salabe, probablement chez les anciens Artabros, située sur le bord de la mer, à l'est de Ribadeo, se présentait sous les rapports les plus favorables pour un peuple navigateur et hardi comme la nation phénicienne, et l'autre non loin des rives du fleuve (le Nalon Nœlus), où existait, selon les tables de Ptolémée, la fameuse Argentolea, n'offrait pas des conditions moins avantageuses de transport et d'exploitation. Nous n'avons pas la prétention de formuler dans la présente notice une monographie complète de ces mines anciennes, notre intention étant de fournir seulement une légère idée des terrains stannifères de la Galice et des Asturies, et en même temps de faire connaître plus spécialement celui qui a fourni la pyrite stannifère. Nous dirons pourtant quelques mots des vieilles exploitations, afin de pouvoir donner à comprendre les résultats du traitement de la ballestéro-

(1) *Posid. apud Strab.*, 111, p. 147. *Plin.*, l. 34, cap. 47.

(2) M. Adolphe Desoignies a remis à l'un de nous un échantillon de quartz contenant une émeraude blanche et de l'étain oxydé. — Il avait été trouvé dans les terres labourées de Soto de los Infantes.

site et les passages obscurs des auteurs anciens (Pline en autres) sur le *plumbum album*, *candidum*, et sur le *stannum*, divisé en trois classes bien distinctes par le même auteur.

Roches des gisements stannifères. — A. *Galice.* — Les gisements d'étain dans la Galice sont distribués dans trois régions, ainsi que l'a indiqué l'un de nous dans sa description géologique de ce pays. — L'un de ces districts est celui de Penouta et Ramilo dans la partie orientale de la province d'Orense, où l'on rencontre l'étain oxydé en petites masses ou en petits filons, soit dans le granite en partie décomposé, soit dans un schiste micacé contigu à ce même granite. La découverte de ce minéral date de la fin du dernier siècle, mais son exploitation n'a jamais eu une véritable valeur. Elle occupe accidentellement quelques paysans, ainsi que cela avait lieu dès l'origine de la découverte, et se continue de nos jours dans la province limitrophe de Zamora. — Le deuxième de ces districts embrasse le pays de Verin et Monterey, au sud d'Orense, près des frontières de Portugal. Dans cette région, on trouvait l'étain oxydé dans les fentes du granite qui se montre au village de Arcucelos, ou bien en filons très étroits courant au milieu des schistes micacés amphibolifères de Villar de Cuervos. D'immenses travaux de recherches, pratiqués au compte du gouvernement espagnol durant les premières années de ce siècle, ont fourni de l'étain de qualité supérieure, mais pas en assez grande quantité pour que l'État en continuât l'exploitation. Diverses circonstances locales, qu'il est inutile de rapporter ici, ont été cause que ce gisement n'a pas été l'objet d'entreprises particulières ultérieures. — La troisième et principale région stannifère de le Galice existe dans les montagnes de Montes et de Avion, à la limite des provinces d'Orense et de Pontevedra. La découverte date de 1830, et elle va en augmentant peu à peu d'importance, puisque actuellement on y connaît plus de trente filons, sur un espace de trois lieues carrées. — Quelques uns d'entre eux sont d'une grande régularité et d'une certaine richesse, fournissant l'étain oxydé massif en veines qui ont de 1 à 20 centimètres de puissance, et qui sont accompagnées de mica jaunâtre, de quartz blanc. Ces filons coupent le schiste micacé amphibolique, non loin du contact avec le granite. Leur exploitation, bien que n'ayant pas été suspendue depuis l'origine de la découverte, n'a cependant pas pris tout l'essor qu'elle méritait, par suite du manque de chemins, de l'isolement de cette contrée, et surtout en raison du bas prix de l'étain anglais en Espagne. Dans ce district stannifère, on trouve abondamment de beaux échantillons

de tungstate de chaux, de wolfram, de blende, et parfois aussi d'émeraudes blanches.

B. *Les Asturies.* — On n'exploite pas aujourd'hui de mine d'étain dans les Asturies ; mais nous connaissons deux endroits où, selon les apparences, il y eut dans l'antiquité la plus reculée des exploitations montées sur une vaste échelle. Nous ne nous hasarderons pourtant pas à dire sous quelle forme se présentait le minerai et quelle était sa qualité.

L'ancienne exploitation de Salabe sur la côte de la mer cantabrique, à une lieue et demie à l'E. de Ribadeo, fut ouverte, selon toutes les probabilités, sur un gisement d'étain situé au centre de roches plutoniques (granite, porphyre, syénite, amphibolite) qui se trouve, pour ainsi dire, isolé au milieu de cette vaste extension de schistes argileux ardoisiers et de grauwackes du système que MM. Sedgwick et Murchison nommèrent, il y a longues années, cambrien. L'attaque du gîte, qui a eu lieu à ciel ouvert, descend, à notre connaissance, à plus de 20 mètres, et l'espace exploité, de forme très irrégulière, dénote pourtant un cubage de plus de 4 millions de mètres cubes, sans qu'il reste pour cela en quelque endroit un atome de gangue ou de filon qui n'ait pas été utilisé.

Trois galeries d'écoulement percées à différents niveaux ont servi successivement à la sortie des eaux qui pouvaient incommoder le champ d'exploitation. La plus profonde est au niveau même de notre Océan actuel qui la baigne, et dont les flots, si impétueux durant la saison d'hiver, ont garni l'entrée principale de galets et de cailloux roulés.

Un canal ou aqueduc (*acequia*) amenait, après les milliers de détours qu'exigeait un parcours de trois lieues de longueur, les eaux que pouvait nécessiter cette vaste exploitation.

Le minerai se brisait à la main et passait ensuite au moulin à bras (*rota trusatilis*) sur des blocs de quartz, ainsi que le prouvent ceux qu'on a trouvés et qui attestent un long usage dans ce service.

Les fourneaux qui servaient à fondre le minerai étaient *petits*, *nombreux*, et tous renfermés dans une *double enceinte* de fossés formant une fortification (différente des *castra*), à peu de distance de la mine même. Les poids dont se servaient les anciens ouvriers pour mesurer ou vendre le fruit de leurs labeurs étaient de pierre et pourtant d'une aussi grande exactitude que ceux de bronze. Une forte couche de tourbe couvre malheureusement le fond visible de cette étonnante excavation. Malgré tout, on peut dire sans crainte que le fond véritable est au-dessous du niveau de la mer, qui forme

une sorte de lac de nous ne savons combien de mètres de profondeur.

Les seuls minéraux qu'on rencontre sur les parois de ce gouffre sont du sulfure de molybdène et de la pyrite en assez grande abondance, il est vrai, mais toujours engagés dans le granite porphyrique ou le porphyre.

Nous ne saurions dire si l'on a exploité dans ces lieux l'étain oxydé pur ou un autre minerai de ce métal.

La vieille exploitation d'Ablaneda, située à une lieue S. de Salas et à sept lieues à l'O. d'Oviedo, n'est pas moins étonnante que celle de Salabe. Peut-être même fut-elle prise sur une échelle plus immoyable. — Comme elle est située sur le penchant d'une montagne, elle présente cette circonstance remarquable de trois aqueducs (*acequias*) à des niveaux différents, acqueducs qui servirent dans les temps anciens à amener, par des moyens soigneusement exécutés, des eaux courantes sur le siége de l'exploitation.

Le premier ou le plus bas de ces aqueducs a tout au plus une demi-lieue de longueur. Le troisième, sans doute le plus moderne, à 30 mètres au-dessus du second, par conséquent à une cinquantaine de mètres au-dessus du premier, ne laisse pas que d'avoir près de deux lieues de parcours. Tous trois sont admirablement tracés et souvent taillés dans un quartzite très dur.

Ces trois canaux ou aqueducs prouvent jusqu'à *l'évidence* que les anciens exploitants avaient besoin d'eau courante sur les lieux où ils abattaient et travaillaient le minéral, et qu'il ne leur suffisait pas d'avoir l'eau au pied de l'endroit d'où ils extrayaient la mine.

Ces mêmes besoins ou nécessités peuvent avoir été remplis à Salabe avec un seul aqueduc, par cette raison toute simple que le pays est plat, et que l'exploitation, s'étendant dans le sens horizontal, augmentait en profondeur. C'est, par conséquent, le contraire de ce qui a dû exister à Ablaneda, où les travaux ouverts au pied d'une montagne ont pris de l'accroissement en hauteur.

La contrée d'Ablaneda est dans le terrain dévonien plus ou moins modifié, et tout près de la limite orientale du terrain silurien. Au centre du groupe dévonien s'est fait jour une série compliquée de roches plutoniques, telles que granites, diorites et amphiboliques. Les roches métamorphiques circonvoisines sont des quartzites ou grès transformés en lydienne noirâtre et du calcaire dévonien amené à l'état de marbre blanc saccharoïde. Ce calcaire a été également l'objet d'une exploitation ancienne.

Les travaux des mineurs de l'antiquité n'attaquaient pas le granite commun : *ils suivaient seulement ses points de contact avec le terrain*

dévonien caractérisé par une roche grauwachiforme *fissurée et bouleversée*. Ici, comme à Salabe, le point le plus profond des excavations paraît recouvert d'une espèce de couche de tourbe résultant des matières herbacées qui se sont accumulées dans une sorte de lagune.

A une très petite distance, au S. de ces incroyables travaux, existe un filon de pyrite arsenicale avec pyrite cuivreuse courant dans une diorite qui recouvre le granite. Parmi les éléments de ce filon, véritable gîte de contact, on rencontre des cristaux de grenat, d'amphibole, de feldspath, et de quelques autres minéraux dont il sera parlé plus tard.

L'échantillon d'étain oxydé, rencontré par M. Desoignies dans les terres labourées de Soto de los Infantes, pourrait provenir du filon de contact que nous venons de citer, et qui est connu sous le nom de *mine de Carlès*, ou bien même des anciennes excavations d'Ablaneda, par la raison toute simple que ces deux gisements sont fort voisins du village de Soto. Au surplus, nous ne saurions assurer quel fut le véritable minerai exploité par les anciens à Ablaneda, quoique nos convictions assises sur de nombreuses données géologiques et minéralogiques nous portent à croire que ce minerai a été principalement de l'étain.

Gisement de la pyrite stannifère, ou ballestérosite. — Le récit abrégé que nous venons de faire des anciennes mines des Asturies, où nous supposons, avec de fortes probabilités, qu'on a exploité de l'étain, a pour but principal de démontrer que la découverte de la ballestérosite est complétement indépendante de ces données, et surtout que le nouveau minéral se présente dans des circonstances originales et tout à fait inattendues.

La pyrite stannifère se rencontre au milieu des schistes argileux communs des environs de Ribadeo et de Mondoñedo, schistes indiqués dans la carte géologique qu'a tracée l'un de nous, schistes de couleur verdâtre et employés fréquemment comme schistes tégulaires. C'est au milieu d'eux, à deux lieues au S. de Ribadeo, dans les montagnes de Vidal et Trabada, qu'a été rencontrée la ballestérosite, sans qu'il existe dans les environs des bancs, ceintures ou zones de roches plutoniques, sans qu'on puisse, jusqu'à ce jour, se former une idée nette du gisement, et sans qu'il soit possible non plus d'asseoir une seule conjecture géologique sur la présence régulière ou l'origine de ce minéral. Nous dirons en peu de mots que les schistes argileux de Vidal et Trabada renferment de la pyrite stannifère de la même manière que d'autres schistes fournissent de la pyrite pure ou de la pyrite cuivreuse. Presque jamais on ne

trouve les petits cristaux de pyrite stannifère isolés ou implantés dans le schiste argileux. Jamais non plus ils ne forment des groupes ou des noyaux comme la pyrite commune. On les rencontre plus généralement mélangés avec la pyrite ordinaire, avec du quartz formant des feuillets, dont la grosseur varie de 1/10e de millimètre à 2 ou 3 millimètres, plus ou moins abondants au milieu des plans schisteux de la roche. Il y a aussi des veinules pyriteuses perpendiculaires à la direction des strates.

Nous ne saurions toutefois assurer dès aujourd'hui que cet ensemble minéral se prêtera à une exploitation industrielle. Tous ces faits et les essais surtout demandent à être vérifiés avant qu'on décide du mérite de cette découverte, qui pourrait bien n'être qu'un *accident tout local*, ainsi que nous l'avons déjà vu pour l'argent natif de la pyrite de Curcy. (*Annales des mines*, t. II, 1825.)

Découverte du minéral. — Quoi qu'il en soit, nous dirons quelques mots de la découverte de cette pyrite qui avait toujours été considérée comme de la pyrite ordinaire.

Un forgeron de village, croyant pouvoir extraire de l'or des schistes pyriteux dont nous avons parlé, fit beaucoup d'essais dans des creusets placés au milieu du foyer de sa forge. Il remarqua que les pyrites de certains bancs lui donnaient des grains de métal blanc malléable, et il poursuivit ses recherches croyant que le métal blanc était de l'argent. Continuant ses essais dans la forge et sans creuset, il observa qu'il obtenait plus de métal avec du charbon de bois tendre et peu de vent. Ce fut alors qu'il consulta notre ami don Balbino de Torres de Ribadeo, négociant distingué et exploitant de mines, qui lui montra que le métal blanc, au lieu d'être de l'argent, était un étain impur.

Finalement l'inventeur apprit à extraire le susdit métal en mettant à chauffer des morceaux d'ardoise stannifère au milieu de charbons de bois tendre et de bois à moitié pourri. Il s'est encore servi, pour moyen métallurgique, de fosses analogues à celles où l'on fabrique, en Galice, le charbon de bois. Son procédé consiste donc à chauffer les schistes durant un temps assez long au milieu du feu, à saisir les fragments avec des tenailles et à les secouer sur le sol. Il s'en échappe alors de nombreux grains d'étain impur qui, réunis et refondus dans une cueillère de fer, servent à mouler une petite barre de ce métal.

Recherches sur la pyrite stannifère, ou ballestérosite. — Le minéral qui fait l'objet des présentes études se trouve disposé dans les plans et fissures du schiste commun, absolument comme la pyrite de fer avec laquelle il se trouve mélangé.

Sa couleur paraît plus éclatante que celle de la pyrite ordinaire, variant du jaune-bronze à un beau jaune-laiton, mais fort facile néanmoins à confondre avec celle de la pyrite ordinaire, tant est grande la ressemblance.

La densité des parties qui nous ont paru les plus pures varie notablement. Elle a toujours été supérieure à celle de la pyrite jaune-bronze, par conséquent a dépassé 4,60. Nous avons trouvé 4,75 et 4,80, et une fois 4,90, sans nous expliquer cette notable différence. Les grains, examinés à une très forte loupe, contenaient quelques particules noirâtres, que nous n'avons pu séparer. La dureté nous a paru celle de la pyrite de fer, mais la matière est plus facile à broyer.

La forme dominante de la ballestérosite est le cube, comme celle des pyrites avec lesquelles elle se trouve confondue. Au chalumeau, quelques grains donnent uniquement les réactions de la pyrite ordinaire, et d'autres, au contraire, après la fusion, donnent une poussière blanche. Dans un essai ou deux nous avons obtenu, par le grillage du minéral et sa fusion avec addition de borax mélangé de soude, un grain métallique blanchâtre semi-malléable.

L'analyse des premiers échantillons a fourni du soufre, du fer, du zinc et de l'étain. Plus tard, M. Dufrénoy, ayant fait observer à l'un de nous la prédominance de la pyrite de fer, nous avons pu voir la difficulté d'opérer, et nous avons reconnu que souvent le fer dominait, que le zinc diminuait, ce qui est facile à expliquer pour des corps isomères, et, ce qui est plus fâcheux pour les espérances à venir, que l'étain diminuait jusqu'à disparaître ou à ne laisser que des traces.

Malgré tout, on ne pourra disconvenir que la pyrite stannifère des environs de Ribadeo ne soit un objet fort curieux, surtout lorsqu'on pourra se procurer des échantillons moins énigmatiques que ceux qui nous ont été remis.

C'est pour cela que nous la nommons *ballestérosite*, en l'honneur de M. Lopez Ballesteros, fondateur illustre et véritable protecteur de la loi des mines de 1825, à laquelle est due la renaissance et l'immense développement de l'art des mines en Espagne.

Usages. — Par de nouvelles études, don Balbino de Torres croit pouvoir assurer qu'il y aura moyen de tirer parti de la plus ou moins grande abondance de la ballestérosite dans les schistes de Ribadeo. Toujours est-il que les essais du forgeron ont produit un alliage ayant la couleur et l'apparence extérieure de l'étain, mais ne présentant pourtant pas le cri caractéristique de ce métal.

Il ressemble plutôt, on peut le dire, à une soudure de plombier surchargée d'étain. Le métal provenant des essais a dénoté :

Soufre.	traces
Étain.	80,000
Zinc.	traces
Antimoine.	traces
Plomb argentifère. .	19,750
Total. .	99,750

composition fort originale et qui laisse beaucoup à penser.

Considérations générales. — La découverte de la ballestérosite, si elle est réelle, vient poser un anneau de plus dans cette chaîne des polysulfures de composition si bizarre et si variée que présente la nature.

Au point de vue historique, la ballestérosite peut expliquer des passages de Pline que personne n'avait jamais compris, et qui, depuis Savot (1) jusqu'à nos jours, ont été plus ou moins torturés par les commentateurs (en faisant leur désespoir) ou même par des savants habitués à juger avec trop de rapidité.

Elle peut enfin expliquer, pour la numismatique (si le métal analysé est bien un résultat naturel), une série de questions de haut intérêt. Il est en effet évident que si les anciens ont connu un minerai *capable* de donner par des soins ou accidentellement

Étain.	80	100
Plomb et métaux. .	20	

composition identique avec celle de plusieurs médailles, le métal, mélangé avec le cuivre et de la tuthie, a pu procurer les compositions bizarres comme celle, par exemple, que M. Paillette a rencontrée dans des monnaies et un culot déterrés au milieu des mines d'un *castrum* à Bigana concejo de Belmonte.

Celui-ci a fourni à l'analyse :

Plomb.	36,0072
Zinc.	26,0460
Étain.	3,3804
Cuivre.	31,8848
Total. . .	97,3184

plus une certaine quantité d'argent.

(1) Savot, *Médailles antiques*. Paris, 1627.

On découvre encore souvent dans le concejo de Santa Eulalia de Oscos, et dans celui de Pesos (ancien Pesicos), des monnaies de métal blanc plus ou moins dur dont nous examinerons plus tard la composition.

M. le Secrétaire communique la notice suivante de M. Ach. de Zigno.

Nouvelles observations sur les terrains crétacés de l'Italie septentrionale, par M. Ach. de Zigno.

Padoue, 1er juin 1849.

En parlant du terrain crétacé, nous abordons une question de la plus haute importance, savoir, si les Nummulites existent chez nous dans la *craie*. Ce sujet donna lieu dans les congrès des savants italiens à bien des discussions, qui ne fournirent pas des résultats satisfaisants.

Au congrès de Gênes, en 1846, un prix a été proposé par le général de la Marmora et par moi, pour éclaircir la position géologique des zones nummulitiques de l'Europe méridionale, et les excursions que fit la section géologique du congrès de Venise, en 1847, commencèrent à jeter quelque lumière sur ce sujet, quand les événements politiques qui bouleversèrent l'Italie empêchèrent les géologues de s'en occuper.

Nous savons que le terrain nummulitique acquiert une grande puissance dans nos régions, qu'il se subdivise en plusieurs bancs dont l'inférieur appartient au groupe *éocène*, car il est étroitement lié avec des grès et des calcaires grossiers, qui sont caractérisés par les fossiles de la formation éocène. M. Catullo cite dans la *scaglia* du Bellunais des Nummulites qui appartiennent au terrain de la craie blanche. Moi-même j'ai cru entrevoir des Nummulites dans les zones du terrain crétacé, que je rapporte au terrain de la craie chloritée. Je me suis convaincu, depuis, que ce n'étaient pas des Nummulites, mais bien des débris et des fragments de coquilles arrondis et rendus lenticulaires par les eaux et dont la coupe, vue sur le pourtour des couches, m'avait trompé.

Quant aux Nummulites trouvées par M. Catullo dans la *scaglia* du Bellunais, je crois pouvoir les rapporter au terrain éocène jusqu'à ce que de nouvelles observations puissent mieux préciser leur position, vu que la concordance de stratification entre les couches tertiaires et les couches crétacées rend difficile de mar-

quer la ligne de séparation de ces deux terrains. Dans les collines de *Monte-Magré*, dans le Vicentin, les couches de la craie blanche passent de bas en haut à un calcaire rouge de brique argileux dans lequel disparaissent les *Inocérames* de la craie, qui sont remplacées dans la partie supérieure par des Nummulites. Au-dessus de ces couches se développe encore plus le terrain nummulitique avec des fossiles tertiaires. Poursuivant cette ligne de collines plus au S., vers *Malo*, longeant le versant oriental de la petite chaîne qui est à l'E. de Valdagno, on trouve près de la localité appelée *Enichelina* une couche pleine de Nummulites de toutes les grandeurs et dont le diamètre dans le sens horizontal varie depuis 3 millimètres jusqu'à 43, et dans le sens vertical de 2 à 8 millimètres, avec cette particularité que, plus elles sont petites plus elles sont bombées, et que les plus grandes ont à peine 2 millimètres d'épaisseur. MM. de Verneuil et d'Archiac, auxquels je les ai envoyées, ont cru pouvoir y distinguer la variété globuleuse de la *Nummulites biaritzana*, et rapportent les plus grandes à la *Nummulites polygyratus* et à la *Nummulites distans* de Crimée. Mêlé à ces Nummulites, on trouve le *Trochus cumulans*, deux espèces de *Bulla*, dont l'une voisine de la *Bulla lignaria*, le *Terebellum obvolutum* de Brongniart, des moules de *Cerites*, de *Natica*, de *Conus*, de *Mactra*, des petites *Cyprées* et le beau *Nautilus* caractéristique de la formation nummulitique du Vicentin. Dans ce terrain, où la *faune* éocène est le caractère dominant, j'ai trouvé un seul fossile caractéristique de la craie. Ce fossile est l'*Apiocrinites ellipticus*, dont les articulations sont éparses en grand nombre dans cette couche nummulitique. Je ne crois pas cependant devoir rapporter cette couche à la craie, sur le témoignage de cette seule espèce, vu que le parallélisme des couches *secondaires* et *tertiaires* de nos Alpes nous autorise à admettre, ou le passage de quelques fossiles d'un étage à l'autre durant cette longue période de tranquillité, ou que quelque espèce du fond crétacé de la mer tertiaire a pu être remaniée par le mouvement des vagues et mêlée aux débris organiques des espèces tertiaires. Je crois que, sur la limite des deux terrains, les progrès de la science feront bientôt reconnaître des couches de transition, tandis que les caractères paléontologiques de chaque étage se trouveront toujours développés d'une manière plus caractéristique vers les couches qui forment le centre de l'étage. Je n'ai pas observé ailleurs dans nos montagnes ces mélanges, car partout l'étage supérieur de la craie se montre composé, ou par un calcaire *sableux* rouge de brique, ou par les couches rougeâtres et blanchâtres de ce calcaire argileux, que les

géologues italiens appellent *scaglia*. Ces couches sont caractérisées par des fossiles du terrain de craie blanche, tels que :

Ananchytes ovata.
— *tuberculata.*
Holaster patica.
Inoceramus Cuvieri.
— *Lamarcki.*

Ces couches varient d'épaisseur, mais sont généralement très minces, ce qui leur a fait donner le nom de *scaglia*; elles passent inférieurement à des couches *grises*, *bariolées* par des empreintes d'une couleur plus foncée, causées par des traces de *fucoïdes* indéterminables. On trouve souvent subordonnée à la *scaglia* grise une couche de calcaire noire bitumineuse. Toutes ces couches appartiennent, selon moi, au terrain de la craie blanche que nous voyons conserver constamment ces caractères dans toute la chaîne et les collines qui l'accompagnent.

Immédiatement au-dessus de la *scaglia* du terrain de la craie blanche, se développe un banc calcaire, dont la puissance varie selon la localité, et qui est formé par une roche très dure *bréchoïde*, qui renferme dans sa pâte des cailloux également calcaires et une grande quantité de petits fragments, probablement dus aux débris spathisés de coquilles, ce qui lui donne un aspect cristallin. Ce banc est bien plus développé dans le Bellunais que dans les autres provinces. C'est dans les montagnes qui entourent le lac de San-Croce et les éminences de l'Alpago qu'il a été étudié par M. Catullo et par M. Pasini. Le premier le rapporte au terrain néocomien, le second le faisait encore plus ancien ; quant à moi, je crois pouvoir le rapporter au terrain de la craie chloritée, autant par sa position géologique que par les fossiles qu'on y a signalés ; car, parmi bon nombre des nouvelles espèces que le professeur Catullo a fait figurer, nous en trouvons d'autres bien connues comme caractéristiques de la *craie chloritée*. Les espèces nouvelles de M. Catullo sont :

Nerinea Borssoni.
Hippurites nanus.
— *contortus.*
— *maximus.*
— *fasciatus.*
— *rugulosus.*
— *Fortisii.*
— *turricula.*
— *dilatatus.*

Hippurites imbricatus.
— *Zoveti.*
Spherulites duplo-voloata.
— *umbellata.*
— *da Rio.*
— *Gazola.*
Baculites Alpaghina.
— *flexuosa.*

Celles qui m'ont décidé à rapporter ce banc au terrain de la craie chloritée sont :

Acteonella lævis.
— *gigantea.*
Actcon ovum.
Hippurites cornu-pastoris.
— *organisans.*
Radiolites Ponsiana.

Je crois que les caractères paléontologiques ne peuvent admettre une classification différente de ce terrain, et ce fait confirme ce que M. d'Orbigny avait avancé, que les Rudistes de l'Italie appartiennent à sa troisième *zone*, qui est placée par lui dans la *craie chloritée.*

On a soutenu que les Rudistes de cette partie de l'Italie appartenaient au terrain néocomien, mais cela avant ma découverte du véritable terrain néocomien caractérisé par les mêmes espèces qui se trouvent en France. Il est facile, en parcourant les écrits de ceux qui m'ont précédé, de voir clairement que leur classification repose sur des observations faites à la hâte et sans une étude approfondie de la zoologie fossile et de la stratigraphie. Il est même assez singulier de voir comment les Rudistes, pendant quelque temps, ont été placés, non seulement dans le terrain néocomien, mais dans une position inférieure au calcaire *ammonitifère* qui contient en très grande quantité des fossiles évidemment jurassiques, et ces *bévues* ont été répétées et soutenues avec chaleur dans les premiers congrès des savants italiens. Depuis que MM. de Collegno et de Buch, au congrès de Milan, fixèrent la place du calcaire ammonitifère dans le Jura, on s'aperçut que le calcaire rouge superposé au banc à Rudistes de Santa-Croce ne pouvait être que de la *scaglia* rouge, cette même *scaglia* que les fossiles m'obligèrent à placer dans le terrain de la craie blanche.

Une étude tant soit peu approfondie de ce calcaire à Rudistes aurait pu dès lors faire connaître la justesse de la classification géographique de M. d'Orbigny.

Mes études paléontologiques, après m'avoir aidé à classifier ces

deux étages du terrain de la craie, m'ont mis à même de pouvoir découvrir quelques traces d'une formation que jusqu'ici les géologues italiens n'avaient pu reconnaître dans nos Alpes : je veux parler de l'étage du *gault* ou du terrain *albien*. Quelques Céphalopodes, qui se trouvent dans un calcaire argileux, blanchâtre, à cassure conchoïde, et qu'on observe superposé aux couches néocomiennes dans les montagnes des *Sette Comuni*, m'ont offert les indices de cet étage. D'abord, ce sont des traces d'un *Hamites* qui pourrait bien être le *Hamites Bouchardianus*, d'Orb., qui a été trouvé par M. d'Orbigny et M. Bouchard-Chantereaux à Wissant, dans les argiles du gault ; ensuite, un jeune individu de l'*Ammonites Velledæ*, Mich., un autre *Ammonites* qui est bien l'*Ammonites nodosocostatus*, d'Orb., et l'*Ammonites Roissyanus*, d'Orb., qui est propre du gault, et qui a été trouvé dans ce terrain à Escragnolles, dans le Var, par M. Astier. Ce petit nombre de fossiles peut cependant nous autoriser à annoncer que les couches argileuses blanchâtres, supérieures au *biancone*, renferment, dans les *Sette Comuni*, des espèces du gault, et que cette formation existe, par conséquent, dans nos montagnes, quoique les couches qui la composent puissent être facilement confondues avec celles des bancs supérieurs et celles des bancs inférieurs, à cause de l'analogie et même de l'identité de leur composition minéralogique. Les fossiles seuls peuvent signaler cet horizon. Mais ce qui m'a surtout aidé à reconnaître ces différents étages a été la découverte dans nos Alpes du véritable terrain néocomien faite depuis 1845. Jusqu'alors on avait cru pouvoir rapporter à cette formation les couches hippuritiques de Santa-Croce, et M. Catullo avait soutenu contre M. d'Orbigny que les Rudistes de cette partie de l'Italie, bien loin de faire partie de sa troisième zone, se trouvaient au contraire dans le terrain néocomien. Nous avons vu comment les caractères paléontologiques et le gisement du calcaire à Rudistes se conforment précisément à ce que M. d'Orbigny avait avancé avec tant de raison.

C'est dans le *biancone* de la colline de Vignola, dans les monts Euganéens, que je trouvai pour la première fois des fossiles décidément néocomiens. Cette petite colline est entièrement formée par les couches du système crétacé, soulevées par un courant de trachyte qui se prolonge au S. de la masse trachitique de *Monte-Merlo*. Les couches inférieures, qui sont en contact avec les trachytes, sont toutes fendillées, tandis que les supérieures sont compactes, d'un blanc mat, à cassure conchoïde, et offrent tous les caractères du *biancone*. Elles ne sont pas aussi puissantes que dans les hautes montagnes, et présentent sur les deux faces de leurs

plans les indices d'une espèce de desséchement qui les a rendues raboteuses.

J'ai trouvé dans les couches les plus supérieures des Sphérulites et des Hippurites, et, entre autres, l'*Hippurites neocomiensis* de M. d'Orbigny, qui caractérise son étage *aptien* ou le terrain supérieur. Dans les couches plus basses, j'ai trouvé pour la première fois deux *Crioceras*, dont l'un me semble une espèce nouvelle, que je dédiai à mon ami le comte de Rio; l'autre était bien le *Crioceras Emerici* de Léveillé, qui est une espèce caractéristique du terrain néocomien inférieur. Ce fait ayant attiré mon attention sur les fossiles de la roche en question, je ne tardai pas à découvrir que le *biancone* renfermait tous les fossiles propres du terrain néocomien de l'Europe méridionale.

Le *biancone* des monts Euganéens, dans le Padouan, celui des collines de Magré, des environs de Schio, et des *Sette Comuni*, dans le Vicentin, celui du Véronais, du Tyrol méridional, du Trévisan et du Bellunais présentent les mêmes caractères minéralogiques et paléontologiques.

C'est une roche à cassure conchoïde, presque toujours d'un blanc de lait, souvent grisâtre, veinée quelquefois de rouge ou de vert, et qui contient des silex noirâtres et des silex blonds en rognons et en amas stratifiés.

Les fossiles que j'ai trouvés dans ce banc sont les suivants :

Belemnites latus, Blainv.
— *dilatatus*, Blainv.
— *subfusiformis*, Raspail.
— *bipartitus*, Blainv.
Ammonites consobrinus, d'Orb.
— *Carteronii*, d'Orb.
— *Seranonis*, d'Orb.
— *incertus*, d'Orb.
— *Astierianus*, d'Orb.
— *Grasianus*, d'Orb.
— *infundibulum*, d'Orb.
— *cryptoceras*, d'Orb.
— *neocomiensis*, d'Orb.
— *Juilletii*, d'Orb.
— *semistriatus*, d'Orb.
— *quadrisulcatus*, d'Orb.
— *Morelianus*, d'Orb.
— *subfimbriatus*, d'Orb.
— *recticostatus*, d'Orb.
— *inæquicostatus*, d'Orb.
— *picturatus?* d'Orb.

Ammonites Tethys? d'Orb.
Crioceras Cornuelianus.
— *Duvalii*, Leym.
— *Emerici*, Leym.
— *Villiersianus*, d'Orb.
— *da Rio*, Zig.
Ancyloceras pulcherrimus, d'Orb.
— *Puzosianus*, d'Orb.
Toxoceras elegans? d'Orb.
— *Duvalianus?* d'Orb.
Baculites neocomiensis, d'Orb.
Aptycus Didayi, Coquand.
— *radians*, Coq.
— *Seranonis*, Coq.
Terebratula triangulus, Sow.
Pecten alpinus, d'Orb.

Cette série d'espèces néocomiennes ne nous permet pas d'admettre une classification différente de celle que j'ai proposée depuis 1846 dans mon *Mémoire sur le terrain crétacé de l'Italie septentrionale*, dans lequel j'ai établi que le *biancone* représente chez nous l'étage néocomien et en contient toute la faune.

Les planches de fossiles que j'envoyai à M. d'Orbigny, et que je montrai au congrès des naturalistes italiens qui eut lieu à Gênes en 1846, les fossiles mêmes que je présentai au congrès de Venise en 1847, firent généralement adopter ma classification, qui reçut ainsi la sanction de plusieurs célébrités scientifiques, telles que MM. Murchison, de Buch, de Verneuil, d'Orbigny, Sismonda, etc. Ainsi la classification qu'on adoptait auparavant en Italie, et moyennant laquelle le *biancone* devait appartenir à la craie blanche, tombe devant les arguments déduits de fossiles et de son gisement inférieur à la craie chloritée et au gault. De même, celle proposée par M. de Collegno, qui le réunit au calcaire ammonitifère et en fait du Jura supérieur, ne peut pas se soutenir, car dans le *biancone* je n'ai jamais vu de fossiles jurassiques, excepté la *Terebratula diphya*, que je n'y ai pas trouvée moi-même, mais qui du reste a été trouvée par M. de Verneuil et M. Dubois de Montpéreux dans le terrain néocomien de Crimée, et par M. Coquand, dans celui de Provence, et que je crois être une espèce qui passe du terrain jurassique au terrain crétacé, tout à fait comme l'*Apiocrinites ellipticus* se trouve dans le Vicentin, dans le terrain sénonien et dans les couches plus basses du terrain éocène.

La *Terebratula diphya* a été trouvée par moi dans des couches remplies de fossiles décidément jurassiques, et j'en ai vu des

échantillons trouvés dans le *biancone*, qui certainement doivent être rapportés à cette espèce, mais elle y est plus rare. En tout cas, je ne crois pas que l'existence de ce fossile dans le *biancone* puisse infirmer sa classification basée sur un aussi grand nombre d'espèces néocomiennes.

Ainsi, récapitulant les observations que je viens de détailler, il en résulte :

1° Que le terrain crétacé des Alpes vénitiennes commence de bas en haut par le terrain néocomien bien caractérisé ;

2° Que des fossiles du *gaule* se trouvent dans des couches supérieures à ce terrain, mais dont les seuls caractères minéralogiques ne suffiraient pas à les distinguer des bancs inférieur et supérieur ;

3° Que la grande formation à Rudistes de nos montagnes appartient sans aucun doute au terrain de la craie chloritée ;

4° Que la *scaglia* qui lui est superposée, et qui constitue le groupe supérieur de notre formation crétacée, doit se rapporter, et par sa position, et par ses fossiles, au terrain de la craie blanche ;

5° Que les Nummulites ne se trouvent pas dans les bancs crétacés de nos Alpes, et que l'existence de quelque fossile crétacé dans les couches nummulitiques remplies d'une innombrable quantité de fossiles éocènes ne peut être considérée comme un fait suffisant pour faire rentrer dans la craie notre grande formation nummulitique.

NOTA. Je dois ici rappeler l'excellent petit travail de M. le Dr Jules Ewald sur les Nummulites, dont j'adopte entièrement les conclusions, et qu'il a lu au congrès de Venise.

M. le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

Réponse aux réflexions de M. Delahaye, insérées au tome VI du Bulletin de la Société géologique, *pages* 374 - 376 ; par M. l'abbé Landriot.

M. Delahaye (t. V du *Bulletin*, p. 305) avait rappelé la présence, dans les schistes de Muse, de ces petits fossiles qu'on avait pris d'abord pour des *Posidonia*. Il avait ensuite avancé que « dans » les schistes de Muse, *formation qui peut être regardée comme le* » *type des schistes bitumineux du bassin d'Autun*, les poissons abon- » dent, mais ne se rencontrent pas enclavés indifféremment dans » toutes les couches, *ni dans toute l'étendue du bassin : c'est seule-*

» *ment au village de Muse* qu'on les voit recélés et former un véri-
» table banc fossile entre les assises les plus inférieures de cette
» formation et une roche argileuse qui leur sert de lit. Si quel-
» ques débris appartenant aux mêmes espèces se rencontrent dissé-
» minés çà et là dans le reste du bassin, *ce n'est jamais entre les*
» *feuillets des couches schisteuses, mais bien dans la partie supé-*
» *rieure de ce terrain, ce qui nous indique un transport accidentel*
» *par la main de l'homme.* »

Telles sont les paroles imprimées dans le *Bulletin*, t. V, p. 305.

Or, j'ai soutenu et je soutiens encore que les fossiles, qu'on avait pris pour des *Posidonia* sont des *Cypris*; que les poissons *ne sont pas seulement renfermés dans les schistes du village de Muse*; qu'ils se trouvent aussi dans diverses autres localités, *entre les feuillets des couches schisteuses, et non pas seulement dans la partie supérieure du terrain, ce qui n'indique nullement un transport accidentel par la main de l'homme.*

Maintenant j'arrive aux objections que M. Delahaye a faites (t. VI du *Bulletin*, p. 374-376) à ma lettre insérée t. VI, p. 90 du même *Bulletin*.

1° Dans ma lettre (p. 90), j'ai avancé *que les petits fossiles très nombreux renfermés dans les schistes de Muse, et que l'on avait pris pour des* Posidonia, *appartiennent au genre* Cypris. M. Delahaye demande si la présence des *Cypris* exclut *d'une manière absolue* les *Posidonia*. *D'une manière absolue*, non : comme, *d'une manière absolue*, rien n'exclut la présence d'autres fossiles qu'on n'a pas encore rencontrés dans nos schistes. Mais, *en fait*, je soutiens toujours que la détermination de ces fossiles exclut les *Posidonia*, puisque M. d'Orbigny a déclaré positivement que ces *mêmes* fossiles qu'on avait comparés aux *Posidonia* étaient de véritables *Cypris*. — Du reste, puisque M. Delahaye invoque l'autorité de M. Michelin, je suis bien aise d'ajouter qu'au village de Muse, j'ai entendu moi-même ce savant déclarer, que ces petits animaux pourraient bien se rapporter au genre *Posidonia*, mais *que les échantillons qu'il avait sous les yeux étaient trop mal conservés pour être déterminés sûrement*. Quelques années plus tard, je fus assez heureux pour découvrir d'autres échantillons très bien conservés de ces *mêmes* fossiles : ce sont ceux que M. Alcide d'Orbigny a déterminés. *En fait*, et jusqu'à la découverte *positive* de vraies *Posidonies*, je suis donc autorisé à n'admettre que des *Cypris* dans les schistes de Muse.

2° Si M. Delahaye avait lu attentivement ma petite notice sur les schistes de Muse, il se serait épargné très facilement le re-

proche de contradiction qu'il m'a adressé (t. VI, p. 375 et 376 du *Bulletin*). A la première page de cette notice, je préviens que je donne le nom *de formation des schistes de Muse à toute la partie supérieure du terrain qui se développe dans le vaste bassin d'Autun* (1).

Le nom de *schistes de Muse* est donc pour moi un *nom générique*, qui embrasse toute la formation des schistes bitumineux, comme le nom d'*Oxford-clay* indique l'étage moyen du terrain jurassique dans le Jura aussi bien qu'à Oxford.

Si M. Delahaye avait lu la page 7 de ma notice, il aurait remarqué que j'indique le *Palæoniscus magnus* à Igonney et à Saint-Léger-du-Bois, et *nullement à Muse*. Lorsque plus loin je parle du *Palæoniscus magnus*, qui existe *dans les schistes de Muse*, il est évident que je prends ces derniers mots dans leur signification *générique*. C'est ainsi qu'en annonçant que tel fossile se trouve dans une formation *néocomienne*, il ne s'ensuit pas que ce fossile se rencontre à Neuchâtel. Le mot *schistes de Muse*, pour nos environs, est *à la localité de Muse* ce que le mot *néocomien* est à *Neuchâtel* (*Neocomium*).

En disant (t. VI, p. 90 du *Bulletin*) que les poissons n'existaient pas seulement dans la partie supérieure du terrain, et qu'on les trouvait dans l'intérieur même des couches, il est évident que je n'ai point voulu parler de la localité de Muse. Il s'agit seulement, d'après l'ensemble de la phrase et le but que je me proposais, des autres schistes de la plaine. Je voulais combattre ce fait avancé par M. Delahaye : « Si quelques débris appartenant aux mêmes es-
» pèces se rencontrent disséminés çà et là dans le reste du bassin,
» *ce n'est jamais entre les feuillets des couches schisteuses, mais bien*
» *dans la partie supérieure de ce terrain, ce qui nous indique un*
» *transport accidentel par la main de l'homme.* » Je répète que je n'admets ni le fait, ni la conséquence, et j'en offrirai la preuve à tout géologue qui voudra visiter les lieux.

M. Delahaye m'oppose encore une contradiction en jouant sur le mot *également* et *inégalement*. Qu'on relise les deux phrases dans le texte, et j'espère qu'on ne fera plus de semblables objections. Dans une notice sur les *schistes de Muse*, j'ai dit qu'au village de Muse les poissons étaient recélés dans les assises tout à fait infé-

(1) Du reste, M. Delahaye admet ma définition; car il dit lui-même (n° 5, p. 305 du *Bulletin*) : « Les schistes de Muse, *formation qui peut être regardée comme le type des schistes bitumineux du bassin d'Autun.* »

rieures, mais que, dans les autres localités, ils paraissaient *inégalement* disséminés dans les schistes. Que signifient ces paroles? Qu'à Muse les poissons affectent un gisement spécial, tandis qu'ailleurs ils sont disséminés dans les schistes *d'une manière irrégulière*, et sans être confinés dans une seule couche.

Dans la lettre du *Bulletin* (t. VI, p. 90), je dis : les poissons sont très abondants à Muse, mais ils se trouvent *également* disséminés dans tous les schistes de la plaine. J'avoue que je ne comprends pas le jeu grammatical avec lequel M. Delahaye établit une apparente contradiction entre le mot *également* et *inégalement*. Qu'on relise mon texte, et l'on verra facilement que, dans la première phrase, *inégalement* est synonyme d'*irrégulièrement*, et que, dans la seconde, *également* veut dire tout simplement *aussi*. M. Delahaye avait avancé que les poissons n'existaient dans l'intérieur des couches qu'au village de Muse : je rétablis la vérité en disant que les poissons sont réellement très abondants à Muse, mais que cependant ils se trouvent *aussi* disséminés dans la plaine. Je regrette d'être obligé d'entrer dans une discussion grammaticale à propos d'une note géologique, mais les objections de M. Delahaye m'y ont forcé. — Il n'y a jamais eu de contradiction dans ma pensée; je ne pense pas qu'il y en ait eu dans l'expression. On peut faire des jeux de mots sur les deux phrases, mais je crois qu'une seconde lecture et un peu d'attention suffisent à rétablir le véritable sens.

Je me résume. J'ai voulu dire, et je crois avoir dit réellement : 1° que le *Palæoniscus magnus* existait *dans les schistes de Muse, considérés comme type de la formation*, mais non point *dans les schistes de Muse considérés comme localité;* 2° que les poissons, qui à Muse étaient recélés dans la couche inférieure, se trouvaient ailleurs *inégalement*, c'est-à-dire, *d'une manière irrégulière*, disséminés dans *l'intérieur des schistes;* 3° que les poissons ne se rencontraient pas seulement à Muse *dans l'intérieur des couches*, comme M. Delahaye le soutient (p. 305, t. V), mais qu'ils existaient *également* (c'est-à-dire, *aussi*, afin de lever toute équivoque) *dans* les couches schisteuses de la plaine. — Dans ma lettre (p. 90), si j'avais eu à établir une différence dans le mode du gisement des poissons, j'aurais pu ajouter, qu'à Muse ils étaient confinés dans un seul banc, tandis qu'ailleurs il y avait irrégularité de position : mais tel n'était point le but de ma réclamation. Il s'agissait seulement de combattre l'assertion de M. Delahaye, et d'établir que, hors de la localité de Muse, les poissons faisaient toujours réellement partie des couches, et qu'il ne suffisait pas, pour expliquer

leur présence, de faire intervenir un transport accidentel par la main de l'homme.

J'ajouterai encore que, contrairement à une autre assertion de M. Delahaye (t. V, p. 306), les échantillons du *Palæoniscus magnus* sont souvent aussi parfaitement conservés que les autres poissons. Les plus belles écailles de ma collection, les plus brillantes et les plus intactes, appartiennent au *Palæoniscus magnus* (1).

Séance du 3 décembre 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. DE CHANCOURTOIS, ingénieur des mines, à Paris, rue de Condé, 5, présenté par MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Delesse : *Sur le pouvoir magnétique des roches* (suite) ; (extr. du t. XV, 4e série des *Ann. des mines*, 1849) ; in-8, 22 p. Paris, 1849, chez Thunot et Ce.

De la part de M. A. Favre : *Notice sur la géologie de la vallée du Reposoir, en Savoie, et sur des roches contenant des Ammonites et des Bélemnites superposées au terrain nummulitique* (tiré de la *Biblioth. univ. de Genève*). — Juin 1849 ; in-8, 7 p.

---

(1) Je me sers toujours du mot *Palæoniscus magnus*, d'après la détermination de M. Valenciennes. Je sais que ce poisson a été classé depuis dans un autre genre ; mais je n'ai rien vu encore de parfaitement établi à cet égard. Je serais même porté à croire que nos grands poissons constitueront peut-être plusieurs genres, ou du moins plusieurs espèces.

De la part de M. le docteur Goeppert : 1° *Zur Flora*, etc. (De la flore fossile du Quadersandstein en Silésie (suite) ; (extr. des *Nova acta*, etc., vol. XXII, part. 1) ; in-4, 13 p., 4 pl.

2° *Ueber Beobachtungen*, etc. (Observations sur les tiges fossiles que l'on rencontre quelquefois dans les anciennes formations de houille) ; in-8, 5 p., 1 pl.

3° *Berichi*, etc. (Relation d'un voyage entrepris dans la Prusse rhénane et une partie de la Westphalie, pour explorer la flore fossile de ces contrées) ; in-8, 72 p.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 2e sem., t. XXIX, nos 21 et 22.

L'Institut; 1849, nos 829 et 830.

Bulletin de la Société de géographie ; 3e sér., t. XII, nos 69, 70, sept. et oct. 1849.

Commission hydrométrique de Lyon. 1° *Résumé des observations recueillies dans le bassin du Rhône ;* in-8, 8 p. — 2° *Résumé graphique des observations recueillies dans les bassins du Rhône et de la Saône en* 1848 ; 2 tableaux in-fo.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles ; no 20, t. III ; année 1849.

The Athenæum; 1849, nos 1152 et 1153.

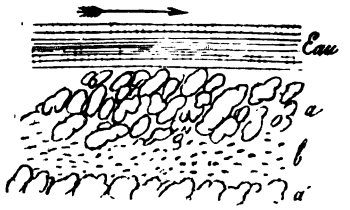
M. de Verneuil communique un extrait de deux lettres qui lui ont été adressées par M. Ad. Paillette :

Pola de Lena (casa de la Peña), 26 août 1849.

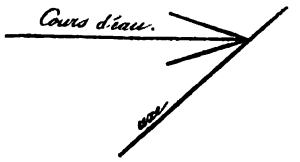
Mon cher de Verneuil,

J'ai reçu votre lettre du 10 de ce mois précisément au moment où je me livrais à une série d'expériences sur les cailloux roulés de nos rivières et sur ceux des poudingues de la formation houillère.

A propos de rivières et de torrents, je ne sais pas si vous avez remarqué, en Asturies, une disposition assez générale des galets sous l'influence des courants qui ne sont pas trop impétueux, et leur placement de la manière figurée ci-dessous, toutes les fois qu'il y a mouvement *uniforme* dans la nappe fluide pour qu'elle soit *un peu vive* sans l'être trop? La couche *a*, par exemple, re-



présente une *nappe* caillouteuse de printemps (d'après mes idées), et la couche *b* une nappe sableuse d'été. J'éclaircirai tout cela; mais, en attendant, il n'est pas moins certain (je le crois) que sur la surface hérissée des lits de nos rivières, il y a un certain arrangement méthodique des galets qui prennent, par rapport à leur grand axe et à celui des cours d'eau, un certain angle d'inclinaison



dont je chercherai à déterminer les conditions statiques ou d'équilibre. Je suis maintenant, comme vous le savez, *aux premières loges* pour l'étude de ces problèmes. Mon ermitage de la Pena me permettra bien des recherches de ce genre..., de celles surtout, si peu comprises ou si mal étudiées, de grands volumes d'eau s'écoulant (on peut le dire) par des orifices étroits et avec des pentes qui varient de 1 et demi à 3 pour 300 jusqu'au Puente de los Fierros (avant la montée du Puerto). Mais laissons de côté tout ce qui n'est que projet d'étude pour arriver au positif.

Vous savez sans doute que les fourneaux à vent pour acier fondu sont ceux qui développent la plus haute ou l'une des plus hautes températures connues en métallurgie. Eh bien, les parois de ces fourneaux sont fabriquées ici *avec du quartzite broyé*, mélangé de quelques centièmes d'un coulis d'argile de Forges (Seine-Inférieure). Elles ne se *ramollissent pourtant pas*, et si elles se vernissent intérieurement, cet effet est dû à l'influence du carbonate de chaux et de l'oxyde de fer des cendres de nos cokes.

Si, au contraire, vous imbibez un grès ou quartzite poreux avec une dissolution de carbonate de potasse ou de soude, ce grès se ramollit très sensiblement à la première impression de chaleur

dans les calories du four à cémenter dont la température est, comme vous le savez encore, infiniment moins forte que celle du fourneau à vent. Pour avoir trop chauffé dans mes derniers essais, il s'est effectué une fonte véritable qui a coulé à travers les briques réfractaires et le combustible. Ne pouvant enlever ces matières, elles ont, comme le foyer lui-même, été refroidies lentement. Savez-vous ce que nous avons trouvé? Une sorte de porphyre artificiel, dont j'ai montré les échantillons à notre collègue, M. Schulz, lors de sa visite, mardi dernier, 21 août.

La température pour ramollir les cailloux ne pouvant pas être très forte, ce qui se comprend, puisque la houille est, en certains cas, encore pleine de bitume, il faut donc admettre que la chaleur modérée a *duré* longtemps et a provoqué *les ramollissements* sous l'influence de trois causes : la pression atmosphérique, la compression et la dissolution alcaline : peut-être faudrait-il ajouter sous l'influence aussi de certaines actions électro-chimiques. J'ai expliqué, je crois, les brisements et les usures par des actions mécaniques et sans réplique.

Ce que j'ai appelé plans de stratification pour les phénomènes de la figure 2 sont, si vous le voulez, des fissures..., mais des fissures tellement parallèles, que je crois qu'elles appartenaient aux anciens plans des couches de quartzite qui ont fourni les galets.

Don Casiano de Prado est aujourd'hui attaché à la Carte géologique des environs de Madrid; il vous écrira sans doute de cette capitale.

Fabrique de la Barzana, 9 juillet 1849.

Traitons actuellement la question des poudingues des Mieres.

Vous savez que lorsque vous parliez des empreintes de galets les uns sur les autres, je vous ai toujours répondu que je ne croyais pas que le phénomène dût être rapporté à une grande force de compression. Persuadé qu'il n'en pouvait être ainsi, j'en causais avec M. Schulz, dont vous connaissez le rare talent d'observation. Ayant eu l'occasion de revoir depuis cet ami et savant géologue, il me dit avoir trouvé des galets étoilés par la compression d'un autre galet latéral, de manière, par exemple, à représenter la figure n° 1 que je dessine ci-contre. Il ajouta : « Pour moi, le galet « étoilé devait être dans un état de mollesse tel, qu'il a permis « jusqu'à un certain point l'empreinte du galet latéral, et ce n'a

» dû être qu'après une certaine pression que la face comprimée a » dû s'ouvrir. Cette pression devait être la limite de celles éprou- » vées, puisque le galet est arrivé jusqu'à nos jours parfaitement » reconsolidé et de bonne dureté. »

Fig. 3.

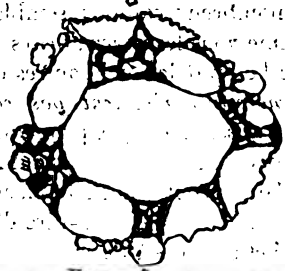


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 4.

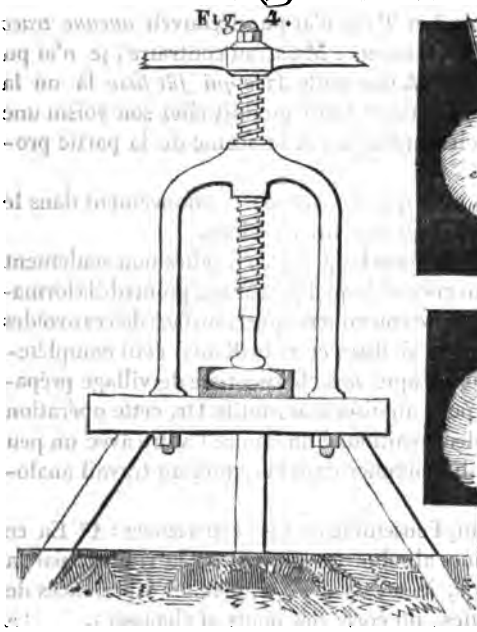


Fig. 2.

Ayant eu occasion d'aller à Ciaño, j'ai étudié avec le plus grand soin la descente de Villa près Sama, l'un des endroits où les poudingues houillers sont développés sur une plus grande échelle, après la masse que vous connaissez entre Ollonego et Micres.

C'est aussi l'un des points où lesdits poudingues sont le plus bouleversés.

Sur toute l'étendue que j'ai traversée, et qui peut être d'environ 1,000 pieds en projection horizontale, j'ai vu des phénomènes de plus d'un ordre, soit dans les mêmes couches, soit dans des couches différentes.

Ainsi j'ai rencontré de nombreux cailloux semblables à ceux qu'offre la figure 2,2', comme vous les voyez, brisés perpendiculairement au grand axe de l'ellipsoïde, et d'autres obliquement seulement. Cependant les *morceaux n'étaient pas complétement séparés*... Ils avaient comme glissé le long de plans que je suppose les plans de stratification provenant des galets, quand ils formaient partie de roches en place. J'ai rencontré aussi beaucoup de galets comme ceux que représente la figure 3, c'est-à-dire d'analogues à celui que vous avez conservé et emporté à Paris.

Dans les galets brisés 2 et 2', je n'ai pu découvrir *aucune trace d'usure du côté* de l'enfoncement... Mais, au contraire, je n'ai pu trouver dans les galets n° 3 une seule face *qui fût lisse* là où la partie convexe d'un galet latéral avait produit chez son voisin une concavité plus ou moins modelée sur la forme de la partie protubérante.

Je ne crois pas non plus que la surface d'enfoncement dans le galet étoilé de M. Schulz fût parfaitement lisse.

En examinant avec une forte loupe les concavités non seulement des galets de Villa, mais encore de quelques autres points de la formation carbonifère, j'ai pu me convaincre que la surface de ces ovoïdes de quartz (ordinairement si lisses et si brillants) était complétement dépolie, comme lorsque nos charpentiers de village préparent une pierre plane pour aiguiser leurs outils. Or, cette opération se faisant en frottant deux cailloux l'un contre l'autre avec un peu de sable grossier, j'ai dû chercher dans la nature un travail analogue, sinon identique.

Voici, mon cher ami, l'ensemble de mes expériences : 1° En ce qui concerne la résistance absolue des quartzites à la rupture par la pression et par le choc, je savais déjà, d'après les expériences de MM. Avril et Desbordes, du corps des ponts et chaussées, que les meilleurs quartzites de Bretagne ne valaient rien pour les macadams, et que bien d'autres roches leur étaient préférables.

Malgré tout, j'ai voulu voir si les quartzites des Asturies, soit de ceux en place, soit de ceux en cailloux roulés, tant de nos rivières que des poudingues, ne jouissaient pas d'une propriété *résistante* plus

considérable que ceux du Finistère. J'ai monté pour cela un appareil à vis, figure 4, et, loin de trouver nos roches quartzeuses supérieures, je crois que (moins pourtant *quelques quartzites* de nos poudingues) tous les autres sont plus susceptibles à la pression que ceux de l'ouest de la France.

Comme vous n'ignorez pas qu'il n'y a rien de si facile que de calculer les efforts d'une vis, soit à filets carrés, soit à filets triangulaires, il me suffira de vous dire que tous les *quartzites* (modifiés, métamorphiques, en place, roulés dans les rivières ou pris parmi les poudingues) se rompent sous un effort de peu de valeur. N'accusez pas ici l'appareil, je vous en prie; car, après l'enceinte carrée, j'ai eu la patience de faire façonner de bonnes viroles embrassant complétement le morceau d'essai, et, malgré ce soin, la différence des efforts de rupture s'est perdue *dans la première décimale*.

Frappé de ces résultats qui n'admettent plus *une grande force de compression*, en supposant le caillou bien soutenu, j'ai voulu me convaincre davantage, et, *outre la virole*, j'ai fait combler tous les vides avec du sable quartzeux assez fin.

Savez-vous ce qu'il en est advenu? C'est que, ayant donné dans ces dernières expériences un coup de vis à faux, j'ai reconnu sur le caillou d'essai *quelques usures*.., quelques usures dont le *facies* était assez comparable à celui des dépressions dépolies observées sur place et dans la nature.

En présence des données fournies par l'étude des lieux et de celles résultant de l'expérience, voici ce que j'ai imaginé et développé à don Guillermo Schulz, qui, jusqu'à un certain point, partage mes idées, sans y attacher plus d'importance que moi-même.

Je crois que les galets des poudingues ont été suivis de très près (la stratification le prouve) de dépôts de grès *un peu feldspathique*, puis de schistes en bancs minces et de houille; que lors de la formation des houilles sous l'influence des masses d'acide carbonique, nous avons eu en quelques points de notre immense bassin des réactions analogues à celles signalées depuis longtemps par nos meilleurs chimistes à l'égard de l'influence de l'air atmosphérique sur le feldspath. Qui nous dit qu'alors certains grès poreux, comme ceux, par exemple, de Valgrande (devenus par les circonstances antérieures cailloux roulés) ne s'étaient pas pénétrés de liqueur potassique en quantité suffisante pour se ramollir quelque peu sous l'influence des températures d'alors?

Pour peu qu'on admette cette idée qui n'a rien d'extraordinaire, et qu'on se souvienne avec quelle facilité la potasse et même le carbonate de potasse ou celui de soude atteignent certaines roches, on comprendra : 1° les cailloux étoilés, 2° les cailloux enfoncés.

Je ne parle pas des cailloux brisés, puisque c'est chose que je vous ai prouvée être fort simple.

Restent maintenant les cailloux peu enfoncés, à surface *dépolie*. Ici, pas plus qu'ailleurs, je ne crois à un enfoncement par compression, car une compression simple ne *dépolirait pas* une surface polie au milieu d'une masse de galets en mouvement.

Je crois que ces petits enfoncements ont été produits par un mouvement de *trépidation* lors des premiers relèvements du terrain houiller, alors que les poudingues n'étaient pas encore *reliés*, *complétement consolidés* par le ciment ou suc siliceux qui les unit.

On ne saurait nier que le mouvement *trépidatoire* en plusieurs sens a eu lieu non à une époque seule, mais à plusieurs époques assez prononcées.

Les plis nombreux dessinés dans le grand bassin, tant sur le sens de la direction que sur celui de l'inclinaison des couches, les renflements de la houille dans certains endroits, enfin le renversement complet de certaines couches de poudingues, voire leur éboulement, tous ces phénomènes prouvent qu'il n'y a rien d'exagéré dans mon assertion : « que les couches de cailloux formant aujourd'hui poudingues ont été secouées, et qu'il a pu alors parfaitement arriver que les galets, se mouvant légèrement sans changer beaucoup de position, se soient usés en formant des dépressions à surfaces dépolies. »

Comme personne n'avait songé à expliquer le phénomène, je me suis permis d'énoncer une idée : vous savez que j'aime à les voir combattre... Je serais donc enchanté que quelque collègue, émettant une nouvelle opinion, fournît une explication satisfaisante d'une des bizarreries les plus étranges que je connaisse.

M. Paillette, présent à la séance, ajoute quelques détails sur la configuration de ces cailloux impressionnés, dont un échantillon, à la vérité très mal caractérisé, est mis sous les yeux de la Société, et sur les expériences de forte pression et de haute température auxquelles ces substances quartzeuses ont été soumises.

M. Martins fait observer que M. Escher a depuis longtemps attiré l'attention sur les galets du nagelfluë des environs de Zurich, à surface usée et se pénétrant mutuellement.

M. Favre dit qu'en effet le nagelfluë présente une infinité de cailloux semblables ; mais ce sont des galets calcaires. M. Daubrée a cherché à expliquer un fait analogue par l'action de l'acide carbonique sur le carbonate de chaux. Mais les cailloux quartzeux du poudingue de Valorsine offrent la même singularité ; et pour ceux-là il ne lui semble pas qu'on ait encore proposé d'explication satisfaisante.

L'hypothèse la plus naturelle que l'on puisse proposer pour expliquer l'origine des *cailloux impressionnés* est d'admettre qu'ils ont été plus ou moins ramollis par l'action de l'eau de carrière qui les a pénétrés lorsqu'ils ont été entassés en masses immenses, comme dans le nagelfluë de la Suisse. On comprend alors comment les cailloux ayant subi une espèce de ramollissement qui variait suivant leur nature ont pu faire impression les uns sur les autres, sous l'influence de la pression des masses supérieures. La seule difficulté que présente cette explication consiste dans la supposition qu'un corps solide peut être ramolli par l'action de l'eau de carrière. Cependant cette action paraît positive, d'après les nombreuses observations qui ont été faites à ce sujet. On a également indiqué (*Bulletin*) qu'en faisant des fouilles dans des remblais, on a trouvé un morceau de verre assez souple pour qu'il ait été possible de le ployer au moment où il a été découvert ; mais ce verre a repris bientôt sa rigidité ordinaire.

Cette action de l'eau de carrière sur les roches peut servir aussi à expliquer d'autres phénomènes ; en particulier, elle permet de comprendre comment des couches épaisses ont pu être fortement contournées sans se rompre au point de flexion.

M. Rivière fait remarquer que les cailloux dont il s'agit dans sa note lue précédemment sont uniquement composés de silice ; mais si l'on admettait l'explication proposée par M. Paillette, il serait difficile de comprendre qu'on ne retrouvât plus dans la roche la moindre trace des matières alcalines qui auraient contribué à son ramollissement.

M. Delesse ajoute que l'explication proposée ne rendrait pas compte de l'empiétement des galets les uns sur les autres, pas plus, d'ailleurs, que la dissolution par l'acide carbonique pour les cailloux calcaires. La pression, dans la nature, peut avoir agi avec une grande lenteur et dans des circonstances autres que celles réalisées par l'expérience de M. Paillette.

Relativement au fait signalé dans les mêmes lettres, par M. Paillette, de la constance d'inclinaison des galets sur l'axe du cours d'eau qui les a déposés, M. Alcide d'Orbigny dit que pareille chose peut s'observer sur les bords de la Loire et sur toutes les côtes de la mer soumises à des courants réguliers. L'inclinaison est toujours parallèle à la déclivité du courant. C'est un fait parfaitement connu des marins, et dont ils savent tenir compte dans la pratique.

Les couches des terrains présentent les mêmes circonstances. Dans une récente excursion sur les côtes de Normandie, entre Port-en-Bessin et Langrune, M. d'Orbigny a observé dans les couches du forest-marble des strates constamment inclinées d'environ 20 à 30 degrés, du S.-S.-E. au N.-N.-O., c'est-à-dire parallèlement à la déclivité du courant qui longeait l'ancienne côte. Dans les âges anciens, les choses se sont donc passées comme aujourd'hui : ce ne sont pas des couches inclinées, mais des matériaux meubles qui sont venus se superposer en roulant les uns sur les autres.

M. Élie de Beaumont est heureux d'entendre confirmer par M. d'Orbigny des remarques qu'il a présentées depuis longtemps. En thèse générale, toutes les couches arénacées ont été déposées de la sorte. Ces *feuillets*, comme il les a appelés depuis fort longtemps, présentent parfois de grandes dimensions, et ont été à tort confondus avec des couches. Quant à la constance dans l'inclinaison de ces feuillets, M. Élie de Beaumont diffère d'opinion avec M. d'Orbigny. Leur obliquité sur le plan des couches varie au contraire beaucoup, et ces feuillets se rencontrent, par suite, sous des angles fort différents. Il en résulte que les courants ont eux-mêmes beaucoup varié dans leurs directions. M. Élie de Beaumont cite en particulier les terrains oolithiques de Ranville, comme offrant ces dispositions d'une manière très nette.

M. d'Archiac dit que pareille chose peut s'observer aussi dans les sablières du diluvium, dans les couches arénacées du calcaire grossier, etc.

M. Rivière cite l'embouchure du Rhône comme étant un point particulièrement propre à l'étude de ce phénomène.

Séance du 17 décembre 1849.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Bayle, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Manuel DE AZPIROZ, officier d'artillerie au service d'Espagne, rue de Seine, 9, à Paris, présenté par MM. Paillette et de Verneuil.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice : *Journal des savants ;* nov. 1849.

De la part de M. de La Bèche, au nom du gouvernement britannique : 1° *Memoirs*, etc. (Mémoires pour la description géologique du Royaume-Uni) ; décade 2e, in-4. Londres, 1849.

2° *Fauna antiqua Sivalensis, being the fossil zoology*, etc. (Zoologie fossile des monts Sewalik, dans l'Inde septentrionale, par MM. H. Falconer et P.-T. Cautley. Texte in-8, 1re livr., et 9 livr. de planches in-folio.

3° *Cartes géologiques de l'Angleterre ;* nos 57, 58 et 59.

4° *Cartes géologiques de l'Irlande*, comtés de Kildare et de Carlow ; 2 cartes.

De la part de M. Delesse : 1° *Recherches sur l'euphotide* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VI) ; in-8 ; 13 p. Paris, 1849.

2° *Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des Vosges. — Pegmatite avec tourmalines de Saint-Étienne (Vosges)* (extr. du t. XVI, 4e sér., des *Ann. des mines*, 1849); in-8, 15 p. Paris, 1849, chez Thunot et Ce.

De la part de M. Hébert : *Note sur les fossiles du crag, recueillis au Bosc d'Aubigny (Manche)* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VI); in-8, 10 p. Paris, 1849.

De la part de M. Alcide d'Orbigny : *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques ;* 1re partie ; in-18, 299 p., 5 tableaux. Paris, 1850, chez Victor Masson.

De la part de M. Constant Prévost : *Description géologique du littoral de la France* (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sc.*, t. XXIX); in-4, 8 p. Paris, 1849, chez Bachelier.

De la part de M. T. A. Catullo : 1° *Prodromo*, etc. (Prodrome de géognosie-paléozoïque des Alpes vénitiennes) (extr. du t. XXIV des *Mém. de la Soc. ital. des sc. de Modène*); in-4, 174 p., 13 pl. Modène, 1847.

2° *Cenni*, etc. (Observations sur le terrain de sédiment supérieur des provinces vénitiennes, et description de quelques espèces de polypiers fossiles qui s'y trouvent) (extr. du t. IV des *Mémoires de l'Institut I. R. des sc., lett. et arts de Venise*); in-4, 44 p., 4 pl. Venise, 1847.

De la part de M. Cornalia : *Notizie*, etc. (Notices géo-minéralogiques sur quelques vallées méridionales du Tyrol) ; in-4. 50 p., 3 pl. Milan, 1848, chez Vencenzo Guglielmini.

De la part de M. le professeur Giuseppe Ponzi : *Osservazioni*, etc. (Observations géologiques faites le long de la vallée Latine) (extr. de *la Raccolta scientifica*, janv. 1849); in-8, 19 p., 1 carte. Rome, 1849, chez Marini.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 2e semestre, t. XXIX, nos 23 et 24.

L'Institut; 1849, nos 831 et 832.

De la part de M. Nérée Boubée : *Réforme agricole*, nos 13 et 14 ; sept. et oct. 1849.

Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers. — Travaux

du comice horticole de Maine-et-Loire ; IVe vol., no 1. Angers, 1849.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne, t. XXII, mai à août 1849.

Catalogue des ouvrages imprimés et manuscrits concernant l'Auvergne (extr. du *Catal. gén. de la biblioth. de Clermont-Ferrand*), mis en ordre par feu M. Gonod ; in-8, 223 p. Clermont, 1849, chez Thibaud-Landriot.

The Athenæum, 1849, nos 1154 et 1155.

Proceedings of the royal Irish Academy ; vol. III, 1846-7 ; vol. IV, part. 1re, 1847-8 ; vol. IV, part. II, 1848-9.

Transactions of the royal Irish Academy ; vol. XXII, part. 1re ; Dublin, 1849.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel Annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie, de MM. de Leonhard et Bronn) ; année 1849, 5e cahier.

M. Michelin remet à la Société, de la part de M. Caillaud, deux morceaux d'un grès fin, quartzeux, qui, dans le nord du département de la Loire-Inférieure, repose sur le schiste ardoisier renfermant les Trilobites, et remplit les interstices de ce schiste argileux. Il annonce que M. Caillaud ne peut partager l'idée que l'on a de ranger cette roche, presque entièrement composée de corps voisins des Serpules, dans le terrain silurien.

M. Élie de Beaumont présente, de la part de M. de La Bèche :

1° Plusieurs feuilles de la carte géologique de l'Angleterre ;

2° Deux cartes d'Irlande, comtés de Kildare et de Carlow ;

3° *Memoirs of the geological Survey of Great-Britain*, vol. II ;

4° Les premières livraisons de la *Faune fossile des monts Sewalik* (*Indes septentrionales*), par MM. *H. Falconer* et P. T. Cautley.

Ces ouvrages sont adressés à la Société par le gouvernement de S. M. britannique.

M. Alcide d'Orbigny offre à la Société le premier volume de son *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques*.

M. Michelin donne lecture de l'extrait suivant d'une lettre à lui adressée par M. Eug. Sismonda :

Turin, 23 octobre 1849.

J'ai le plaisir de vous apprendre que dans les excavations faites pour le chemin de fer de Turin à Gênes, et à six lieues de Turin, près de Dusino, on a trouvé, il y a peu de jours, un squelette presque entier d'un Mastodonte, probablement l'*angustidens*. Malheureusement il était placé sur de l'argile plastique couverte de sable, de sorte que l'eau qui s'infiltrait à travers le sable, ne pouvant traverser l'argile, a fait pourrir quelques parties du squelette. Plusieurs pièces auront besoin de restauration, mais, quel qu'il soit, le musée de Turin peut se flatter dès à présent de posséder le squelette de Mastodonte le plus complet peut-être que l'on connaisse.

Le terrain dans lequel il était enseveli est un dépôt d'eau douce; car, à peu de distance du squelette, nous avons trouvé une *Helix* et une *Clausilia*.

Aussitôt que le tronc sera nettoyé et recollé, j'en ferai le sujet d'un mémoire. Je puis déjà signaler des *fragments d'os du crâne*, une grande partie de *la mâchoire supérieure avec les molaires*, *la mâchoire inférieure entière*, *une défense tout entière de* 2m,50, *la plus grande partie de l'autre*, *quelques vertèbres cervicales*, *la plupart de celles du dos*, *presque toutes les côtes*, *une omoplate*, *les deux humérus*, *un cubitus*, *les deux fémurs*, *les tibias*, *un péroné et plusieurs os des pieds*.

M. le professeur Favre donne lecture d'un mémoire ayant pour titre : *Essai sur la géologie des montagnes placées entre la chaîne du Mont-Blanc et le lac de Genève.*

Pour bien faire comprendre la géologie de cette contrée, M. Favre présente trois sections prises perpendiculairement à la chaîne des Alpes. Ces coupes sont tracées à l'échelle de $\frac{1}{100000}$, et cette proportion est la même pour la base et pour la hauteur.

M. Favre s'attache particulièrement, dans ce travail, à examiner les relations des terrains entre eux. Les sections qui représentent le pays situé sur la rive droite de l'Arve sont à peu près semblables, mais la section du pays de la rive gauche de cette rivière indique que la constitution géologique de cette contrée est très différente de celle de la rive droite.

Les sections de la rive droite de l'Arve montrent que la protogine n'occupe dans la chaîne centrale qu'un espace peu large ; le reste est formé par des schistes cristallins plongeant sous la chaîne centrale, ainsi que les calcaires jurassiques qu'ils recouvrent. Cette structure est dite en éventail.

Le terrain jurassique repose sur le système de Valorsine, formé de grès et de poudingues associés aux schistes contenant des empreintes de plantes semblables à celles du terrain houiller.

Les couches du système de Valorsine s'appuient sur le gneiss des Aiguilles Rouges et du Brévent. Cette chaîne diffère notablement par sa nature de celle du Mont-Blanc et l'on peut définir cette différence en disant que la chaîne des Aiguilles Rouges est micacée, tandis que celle du Mont-Blanc est talqueuse ou chloriteuse. Cela tient peut-être à ce que le centre de la première est occupé par des porphyres et des granites, tandis que celui de la seconde est formé de protogines.

Sur le versant nord des Aiguilles Rouges on voit le terrain anthraxifère recouvert par les terrains jurassique altéré (Buet) et crétacé (les Fiz), qui s'appuient sur cette chaîne. Les deux premiers de ces terrains sont évidemment le prolongement de ceux du versant méridional, comme le prouve un lambeau de terrain jurassique situé au sommet de la chaîne des Aiguilles Rouges, et comme M. Favre a cherché à le démontrer (*Bibliothèque univ. de Genève. Archives*, avril 1848, et *Bulletin de la Soc. géolog. de France*, 2e série, 1848, t. V, p. 263).

Les étages du terrain crétacé qui recouvrent le terrain jurassique sont le terrain néocomien, la première zone de Rudistes et le grès vert ou terrain albien. Ces terrains sont surmontés par la formation nummulitique qui, dans certaines localités, contient des amas charbonneux dont la distribution atteste une grande étendue.

Le calcaire nummulitique est recouvert par une formation de 1,500 mètres de puissance, à laquelle M. Favre donne le nom de *calcaire du Chablais*, et que M. le professeur Studer croit pouvoir identifier avec le grès du Niesen. La roche la plus répandue dans ce terrain est un calcaire brèche noirâtre. Il occupe un espace considérable dans les montagnes de la rive droite de l'Arve. Sa structure est en fond de bateau, c'est-à-dire que, du côté du sud, ses couches sont redressées et s'appuient, comme on l'a déjà dit, sur le calcaire à Nummulites ; au centre de la formation, les couches sont horizontales, et, du côté du nord, elles sont relevées et reposent sur le terrain jurassique supérieur.

Entre les montagnes formées par le calcaire du Chablais et le lac de Genève on voit différentes chaînes appartenant aux terrains jurassiques ; ces roches étant ici beaucoup moins altérées que dans le voisinage de la chaîne centrale, on peut reconnaître différents étages de cette formation.

Ces terrains jurassiques sont séparés du lac de Genève par une chaîne formée en grande partie de macigno alpin, et dans certains endroits par une plaine couverte de diluvium.

Si l'on examine la section des montagnes de la rive gauche de l'Arve, on remarque *que les terrains deviennent de plus en plus anciens à mesure que l'on s'éloigne de Genève pour se rapprocher du Mont-Blanc*. Quoiqu'il y ait quelques exceptions à cette observation, on peut cependant en prouver la généralité. Ainsi, en partant des limites du bassin de mollasse tertiaire, et en se rapprochant des Alpes, on trouve un district dont le caractère dominant est d'être crétacé, quoique les roches qui le forment soient parfois recouvertes par du terrain nummulitique et par le macigno alpin. L'une de ces grandes ondulations crétacées forme la vallée du Reposoir, sur la géologie de laquelle M. Favre a déjà attiré l'attention de la Société. (*Bulletin de la Société géolog. de France*, 1849, t. VI, p. 476, et, avec plus de développement, *Bibl. univ. de Genève. Archives*, juin 1849.)

Au delà de ce district crétacé se trouve un pays jurassique, et, plus loin, on rencontre le système de Valorsine, les schistes cristallins et la protogine. Mais il faut signaler une exception à l'observation indiquée ci-dessus ; c'est une bande de terrain jurassique comprise entre la formation de Valorsine et les schistes cristallins. La position de ce terrain paraît confirmer l'idée que le soulèvement des couches de cette contrée n'a pas été effectué par la chaîne du Mont-Blanc, mais au contraire par la chaîne des Aiguilles Rouges, que l'on peut nommer également chaîne de Brévent ou du Prarion.

M. Favre termine en parlant de la structure de la chaîne centrale des Alpes qui est, comme on le sait, une structure en éventail. Partout où il l'a examinée, il a observé que les couches extérieures de la chaîne plongent à l'intérieur, et il ne pense pas que ce soit le résultat d'un renversement. En effet, dans cette hypothèse, il faudrait constater sur le versant de la chaîne centrale la présence de la formation de Valorsine entre les roches jurassiques et les schistes cristallins, ou admettre que ces derniers sont les représentants de la formation de Valorsine. Or, aucune des obser-

vations faites jusqu'ici n'est de nature à faire admettre l'un ou l'autre de ces faits.

M. de Roys demandant à M. Favre si les couches de combustibles des terrains à nummulites, dont il vient de parler, sont de formation marine ou lacustre, ce dernier répond qu'elles appartiennent à un terrain marin ; mais, indépendamment des couches de combustibles des terrains nummulitiques des Alpes, on trouve d'autres combustibles dans les couches lacustres des terrains miocènes des plaines voisines.

M. Boubée rappelle à la Société que déjà depuis longtemps il a donné des phénomènes, dont vient de parler M. Favre, une explication qui lui semble à l'abri de toute objection.

Elle consiste en ce que, dans les Pyrénées, les hautes cimes de la chaîne principale se sont soulevées après les cimes latérales ; de là il est résulté que les roches sédimentaires soulevées sur les flancs de ces cimes latérales plongent toutes vers la partie centrale du système ; les roches des hautes cimes ont surgi dans les intervalles laissés par les roches soulevées antérieurement par les roches éruptives des flancs de la chaîne.

M. d'Archiac rappelle à ce sujet que dans le Shropshire les collines connues sous le nom de Clee-Hills, qui ont leurs sommets formés par du basalte, offrent sur leurs pentes la formation carbonifère et celle du vieux grès rouge, dont les couches plongent vers le centre de chaque monticule.

M. de Roys ajoute qu'à Cabano, près d'Alais, on voit un massif granitique recouvert par des couches de gneiss inclinées sur les flancs du massif, tandis que, plus loin, les couches du terrain carbonifère et du terrain jurassique plongent au contraire vers le centre du massif.

M. Constant Prévost fait observer que la difficulté d'expliquer quelques uns des faits signalés par M. Favre dans son mémoire et, dans la discussion, par MM. Boubée, d'Archiac et de Roys, vient en grande partie de ce que l'on est toujours trop exclusivement porté à considérer les roches d'origine ignée comme les agents de dislocation, de redressement, de *soulèvement* des dépôts sédimentaires avec lesquels on les voit

en contact. La difficulté disparaîtrait presque entièrement si l'on admettait au contraire que, dans la plupart des cas, les matières dont ces roches sont formées ont profité, pour sortir dans un état plus ou moins pâteux, des solutions de continuité produites dans le sol par une cause plus générale. La sortie des matières volcaniques, et notamment des laves, n'a-t-elle pas lieu sous nos yeux par des ouvertures et des fissures préexistantes? Ne voit-on pas dans les volcans éteints des cheminées remplies, des dykes parallèles ou ramifiés traversant des dépôts sédimentaires dont l'horizontalité n'a pas été sensiblement dérangée?

Après des dissidences plus apparentes que réelles, presque tous les géologues tendent à admettre aujourd'hui que l'enveloppe consolidée de la terre a éprouvé et éprouve encore un mouvement centripète continu dû à la diminution de chaleur et de volume de la masse intérieure du globe. De ce mouvement il résulte nécessairement dans l'enveloppe solide (*le sol*), et après une résistance plus ou moins longue, des ondulations, des plissements, des redressements et des ruptures dont les unes sont produites dans les parties enfoncées et les autres dans les parties relevées des plis. C'est par ces fentes que sont sorties les matières encore molles sous-jacentes; elles ont traversé les issues qui leur étaient offertes, mais elles n'ont pas brisé les barrières qui les retenaient. Sans doute qu'avec ces mouvements généraux de rapprochement du sol vers le centre de la planète, le refroidissement a produit des retraits locaux partiels dans les matières refroidies; que la diminution inégale des matières de nature diverse a également donné lieu à des changements relatifs de niveau et à des ruptures quelquefois très importantes; que souvent aussi le plissement de tables horizontales a pu occasionner des pressions latérales qui ont poussé, de dedans en dehors, des matières malléables en sens inverse de celui déterminé par la grande cause première du mouvement, lesquelles matières ont pu redresser, renverser, *soulever* les lambeaux des strates brisés. Mais ce sont là des faits de détail, des exceptions qui, loin d'infirmer la loi générale, viennent la confirmer lorsqu'ils sont analysés avec attention et réduits à leur juste valeur.

M. Constant Prévost, en reproduisant des idées que, depuis 1821, il n'a cessé de professer, ne croit pas se trouver en contradiction avec les géologues qui se sont occupés avec le plus de succès de ces grandes questions théoriques, et, pour ne laisser donner aucune interprétation à sa pensée, il tient à démontrer que, sous ce point de vue, il n'a jamais différé essentiellement de la manière de voir de M. Élie de Beaumont, qui a terminé son mémoire fondamental sur quelques unes des révolutions de la surface du globe par les conclusions suivantes :

« La cause des phénomènes passagers que je viens de rap-
» peler n'est entrée pour rien dans l'objet de mon travail
» actuel ; les questions que je me suis proposé de résoudre
» n'étaient que des questions d'époques et de *coïncidences de*
» *dates*. Les résultats auxquels je suis parvenu, relativement
» aux époques auxquelles plusieurs systèmes de montagnes
» ont reçu les traits principaux de leur forme actuelle, sont
» absolument indépendants de toute hypothèse relative à la
» manière dont ils ont reçu cette forme. En admettant mes ré-
» sultats, on *resterait libre, à la rigueur*, de choisir entre l'hy-
» pothèse de Deluc qui expliquait le redressement des couches
» par l'affaissement d'une partie de l'écorce du globe, et l'hy-
» pothèse généralement admise par les plus célèbres géologues
» de notre époque, et qui consiste à supposer que les couches
» secondaires, qu'on trouve redressées dans les chaînes de
» montagnes, l'ont été par le soulèvement des masses de roches
» primitives, qui constituent généralement leur axe central et
» leurs principales sommités. » (*Annales des sciences naturelles*, 1830, t. XIX, p. 225.)

Le même savant, dans l'extrait de ses travaux sur l'âge relatif des montagnes donné par lui-même en 1833 à la suite de la traduction du *Manuel géologique* de M. de la Bèche, p. 665, disait, après avoir exposé les faits aussi nombreux que nouveaux et positifs, dont la généralisation devait marquer une ère nouvelle dans la science :

« Dans un temps donné, la température de l'intérieur des
» planètes s'abaisse d'une quantité beaucoup plus grande que
» celle de leur surface, dont le refroidissement est aujour-

» d'hui presque insensible. Nous ignorons sans doute quelles » sont les propriétés physiques des matières dont l'intérieur de » ces corps est composé ; mais les analogies les plus naturelles » portent à penser que l'inégalité de refroidissement, dont on » vient de parler, *doit mettre leurs enveloppes dans la nécessité* » *de diminuer sans cesse de capacité*, malgré la constance » presque rigoureuse de la température, *pour ne pas cesser* » *d'embrasser exactement leurs masses internes dont la tem-* » *pérature décroît sensiblement*. Elles doivent par suite s'écar- » ter légèrement et d'une manière progressive de la figure » sphéroïdale qui leur convient, et qui correspond au maximum » de capacité, et la tendance graduellement croissante à re- » venir à une figure à peu près de cette nature, soit qu'elle » agisse seule, ou qu'elle se combine avec les autres causes in- » térieures de changement que les planètes peuvent renfermer, » *pourrait peut-être rendre complétement raison de la forma-* » *tion subite des rides et des diverses tubérosités qui se sont* » *produites par intervalles dans la croûte extérieure de la* » *terre*, et probablement aussi de tous les autres corps pla- » nétaires. »

Personne ne peut voir, je pense, dans cette sage explication théorique si modestement proposée, l'idée d'une puissance soulevante incommensurable se développant et croissant sous l'enveloppe terrestre consolidée jusqu'à ce que, la résistance de celle-ci étant vaincue, il en résulte périodiquement, pour ainsi dire, des brisements dont les effets devraient, dans ce cas, être analogues à ceux de l'explosion d'une chaudière à vapeur ou d'une mine, effets dont les accidents de la surface de la terre sont bien loin d'offrir les traces.

On a trop longtemps confondu et l'on confond trop souvent encore la théorie des cratères de soulèvement proposée par l'illustre savant L. de Buch avec celle de la formation des chaînes de montagnes ; ce sont deux choses tout à fait distinctes dont la cause ne saurait être la même, et j'ajouterai avec toute franchise et toute conviction, dit en terminant M. Constant Prévost, que : *plus que jamais maintenant je doute que la première théorie soit réellement applicable à certains relief du sol d'origine aqueuse, tout comme je suis certain qu'elle*

ne l'est pas aux cirques des montagnes volcaniques que j'ai observés.

Description géologique du littoral de la France.

M. Constant Prévost, après avoir exprimé à la Société ses regrets d'avoir été privé pendant longtemps, par l'état de sa santé, d'assister à ses séances, lui fait part de son intention de reprendre un travail commencé il y a plus de trente années, et que diverses causes l'ont forcé de suspendre et d'interrompre.

« En possession des matériaux amassés depuis cette époque par un grand nombre de géologues et par lui-même, placé dans des circonstances plus favorables, il se propose de consacrer désormais son expérience et ses moyens, et d'employer les forces et les loisirs qui peuvent lui rester, à mettre en voie de publication une *Description géologique détaillée et raisonnée du littoral de la France*. Il fait un appel au zèle et à la coopération de toutes les personnes qui, par leur position et leur séjour sur nos côtes, peuvent se livrer à des recherches locales prolongées. Son projet et son espérance ne peuvent être de terminer seul l'entreprise qu'il a formée, mais il serait heureux si sa longue expérience et son dévouement à la science lui donnaient le droit de servir en quelque sorte de guide et de lien commun à de nombreux et zélés observateurs isolés et séparés; s'il pouvait contribuer à faire concourir leurs efforts vers le même but, en traçant à tous une marche fixe, en les engageant à se diriger d'après les mêmes principes, afin que leurs observations pussent être toujours comparables.

» Dans l'espoir d'atteindre ce but, M. Constant Prévost se propose de publier prochainement une instruction élémentaire à l'usage des personnes qui voudront bien s'associer à son entreprise.

» Il a lieu de penser que ses collaborateurs et lui trouveront auprès des autorités éclairées, non seulement des encouragements, mais des facilités d'exécution de plusieurs genres. Déjà il doit beaucoup aux conseils et à la coopération des ingénieurs, des officiers et employés de la marine, qui, dans de fréquentes occasions, lui ont procuré des moyens de transport, de sondage, de récolte, et une utile protection.

» En échange de l'assistance sur laquelle il croit devoir compter, M. Constant Prévost voudrait pouvoir déposer dans les ports et stations maritimes de nos côtes des collections locales soigneusement dénommées; la vue et l'étude de ces collections pourraient stimuler

le zèle des marins voyageurs qui se trouveraient encouragés par l'exemple à se livrer à des recherches de même genre dans les lieux de leurs relâches.

» Cette sorte de propagande géologique aurait l'immense avantage de conduire à la comparaison des faits observés dans les contrées les plus éloignées, et de vulgariser et d'étendre l'étude d'une science dont le champ n'a d'autres limites que le monde, car, pour trouver les véritables lois qui ont présidé à la formation de la terre, il faut avoir recueilli des observations dans toutes les parties de celle-ci.

» Dès l'année 1808, un voyage que fit M. Constant Prévost avec M. Alex. Brongniart sur les côtes de la Manche, de Dieppe à Saint-Malo, lui donna l'occasion d'entrevoir les avantages que présentent aux géologues les longues coupes naturelles des falaises. En effet, bien mieux que dans les tranchées étroites et profondes de la plupart des carrières et escarpements de l'intérieur du pays, on peut, sur les bords de la mer, non seulement constater la superposition des dépôts d'âges différents, mais encore poursuivre chaque couche sur une étendue plus ou moins grande, la voir graduellement se présenter sous divers aspects, augmenter ou diminuer en puissance et en importance relatives, changer quelquefois du tout au tout de composition minéralogique et souvent de caractères paléontologiques, disparaître même tout à fait, ou bien être remplacée par des dépôts d'autre origine, etc.

» Une conséquence non moins favorable et importante à laquelle donne lieu l'étude des falaises, c'est qu'en même temps que l'observateur s'étonne de la variété, de la succession et de l'alternance des nombreux strates formés évidemment sous les eaux d'anciennes mers, il est conduit à trouver par analogie l'explication de ces curieux phénomènes dans l'action des eaux des nouvelles mers, dont il est le témoin obligé.

» De 1812 à 1820, de fréquents voyages, tant en France que dans une grande partie de l'Europe, permirent à M. Constant Prévost d'étudier et de comparer entre eux les terrains secondaires dans des localités très distantes les unes des autres, et en 1821 il soumit à l'Académie des sciences un premier résultat de ses recherches dans un mémoire ayant pour objet spécial la *Description géologique des falaises de la Normandie*.

» A cette époque, les terrains secondaires avaient été peu étudiés en France; on s'était à peine occupé de leurs subdivisions et des caractères pétrographiques et paléontologiques de leurs diverses assises; on savait d'une manière générale que, sous la craie

qui constitue les falaises de la partie moyenne du canal de la Manche, entre la Seine et la Somme, apparaissaient, soit que l'on marchât au nord, du côté de Boulogne, ou bien au sud-ouest, vers Caen, des dépôts sédimentaires variés, riches en débris de corps organisés marins, comparables aux assises du Jura et d'une partie de l'Allemagne. Guettard en 1746, et Desmarest en 1751, avaient fait observer la conformité de composition entre les rives françaises et celles de l'Angleterre, et le dernier de ces académiciens s'était servi de cette ressemblance pour en conclure la séparation récente des deux pays.

» Pendant la dernière partie du XVIIIe siècle, les géologues furent particulièrement préoccupés, sur le continent, par les grandes vues théoriques de Buffon, les remarquables travaux de de Saussure et de Pallas, par la nouvelle direction que les leçons de l'illustre fondateur de l'école de Freyberg donna à l'étude de la géologie, et par les discussions qui s'élevèrent entre les wernériens et les huttoniens sur la part de l'eau et sur celle du feu dans les grands phénomènes géologiques.

» Au commencement du siècle actuel, les travaux de Cuvier et de Brongniart ouvrirent une nouvelle ère, et les découvertes de ces illustres savants portèrent l'attention vers l'étude des terrains tertiaires, qui jusque-là avaient été comptés presque pour rien.

» Cependant, moins favorisés par le sol de leur pays, dans la composition duquel les terrains tertiaires n'occupent qu'un espace limité autour de Londres et dans l'île de Wight, les géologues anglais s'appliquèrent pendant le même temps à l'étude des terrains secondaires. Profitant des longues coupes naturelles que leur offrent les rivages de leur île, ils devancèrent bientôt sur ce point les géologues du continent par leurs connaissances positives. L'un des savants les plus remarquables que la nature et le travail assidu aient formé, William Smith, ingénieur civil, sans fortune et presque sans relations scientifiques, avait déjà, en 1790, publié un tableau des strates britanniques, dans lequel il dénomma et décrivit la plupart des dépôts secondaires : ce fut le point de départ de la première carte géologique de l'Angleterre qu'il fit paraître en 1815.

» Le travail communiqué par M. Constant Prévost, en 1821, avait particulièrement pour but d'établir une correspondance entre les subdivisions et les dénominations employées par les géologues anglais et ceux du continent, et d'en faire une première application à la description des falaises de la Normandie.

» Sur le rapport de Cuvier, Prony et Alex. Brongniart, le mé-

moire de M. Constant Prévost devait être inséré dans le *Recueil des savants étrangers;* mais les publications faites dans le même moment par un géologue anglais, M. de la Bèche, les nombreuses observations recueillies peu après par un grand nombre de géologues français sur la composition du sol de la Normandie, le désir enfin de donner suite à un premier essai et de l'étendre à tout le littoral de la France, ont empêché la publication de ce premier mémoire.

» Depuis vingt-huit ans, la science a fait de bien grands progrès; des recherches ont été entreprises dans toutes les parties du monde et elles ont fourni les éléments d'une géologie générale comparée; en France, la belle carte géologique et les savantes explications qui l'accompagnent ont coordonné tous les travaux de détail jusque-là épars, et elles ont fondé une base solide qui doit servir de point de départ et de lien pour les nouvelles études à entreprendre sur le sol de la France.

» Un autre monument scientifique, non moins utile pour l'accomplissement de la *description géologique* du littoral de la France est le relevé géographique et hydrographique publié sous le titre de *Pilote français*, par M. Beautemps-Beaupré. Cette œuvre immense et admirable de toute une existence scientifique dignement employée devra servir de premier guide aux observateurs qui voudront contribuer à la description de notre littoral, et la plus grande ambition de ceux-ci devra être que leurs travaux puissent être considérés comme le complément nécessaire du *Pilote français*.

» M. Constant Prévost espère que ce sera un traité d'alliance entre les marins et les géologues, dont l'union lui a toujours paru importer aux progrès de l'histoire positive de la terre.

» Où peut-on, en effet, plus facilement apprécier la nature des causes qui ont produit les dépôts sédimentaires et formé les couches qui constituent en partie nos continents aujourd'hui émergés, qu'au point de contact des eaux et des terres? C'est là que l'on voit se produire des phénomènes que les dépôts anciens rappellent plus ou moins complétement. Et qui peut, mieux que les marins observateurs, constater les actions productives et destructives des eaux dans leur divers états de composition, de température et de mouvement?

» Qui mieux que les marins peut dire aux géologues pourquoi, par exemple, telle plage est couverte de galets volumineux, tandis que, sur une autre peu éloignée, on ne trouve que des sables impalpables ou des vases boueuses; les éclairer sur les effets des courants constants ou périodiques, sur ceux des remous des ma-

rées, des tempêtes ; leur donner des renseignements sur l'habitation et les habitudes des diverses familles d'êtres marins, et les mettre à même de reconnaître, à de certains signes et par analogie, dans les anciens sédiments actuellement à sec, si tel dépôt a été formé dans un lac, sur le cours ou à l'embouchure d'un fleuve, ou bien dans la mer, loin ou près des rivages, dans un golfe, un détroit, à l'abri d'un cap, etc.; si les animaux ou végétaux ont vécu dans les lieux où se trouvent leurs restes fossiles; s'ils ont été entraînés naturellement, d'une manière continue ou périodique, ou bien avec violence ou subitement, etc.?

Le plan adopté par M. Constant Prévost pour sa première *Description des falaises de la Normandie* est celui qu'il se propose de suivre pour la *Description générale du littoral de la France*. Il met sous les yeux de la Société deux tableaux qui accompagnaient son mémoire de 1821, et dans lesquels les principaux résultats qu'il avait obtenus alors sont indiqués graphiquement.

» Le premier tableau représente une coupe générale des falaises de Dieppe à Cherbourg, avec l'indication des localités où ont été relevées les coupes de détail qui de proche en proche ont servi à établir la superposition effective des divers dépôts.

» Le second tableau est une coupe théorique, mais établie d'après les coupes partielles réelles représentant tous les dépôts distincts dénommés, caractérisés et placés en superposition verticale, avec un numéro d'ordre pour chacun d'eux ; les couches alors distinguées étaient au nombre de 75 entre Dieppe et Cherbourg.

» Avec cette espèce d'échelle géologique, il est facile de caractériser par une série de chiffres la composition exacte de la falaise dans chaque lieu : c'est ainsi, par exemple, et en prenant cinq points au hasard, que la falaise est composée, depuis la surface du sol jusqu'au niveau de la mer, des numéros ci-après indiqués :

	A Criel.	— A Dieppe.	— A Honfleur.	— A Dives.	— A Cherbourg.
Par les nos	1,	*id.* 1,	*id.* 1,	*id.* 1,	*id.* 1
	2	2	2	2	72
	4	4	4	4	73
	25	22	26 à 50	27	74
	26	23		35	75
		25		38	
		26		39	
				54	
				61	
				67	
				68	
				69	

M. Alcide d'Orbigny, par suite de cette communication, rappelle qu'il a fait dans ses nombreuses publications, avec le concours d'un grand nombre de géologues, le travail dont vient de parler M. Constant Prévost, à l'aide d'une collection d'à peu près 100,000 échantillons recueillis précisément dans les conditions dont vient de parler M. Constant Prévost.

M. Constant Prévost répond à M. Alc. d'Orbigny qu'il connaît ses nombreux travaux et qu'il se propose bien de les utiliser dans la publication qu'il annonce; mais il est persuadé que celle-ci ne sera pas un double emploi avec ce qu'a fait M. d'Orbigny.

M. de Roys donne lecture de la notice suivante :

On sait que les rivages de la Méditerranée présentent fréquemment d'anciennes plages élevées aujourd'hui au-dessus du niveau de la mer. J'ai pu, l'été dernier, en observer une qui n'a point encore été signalée, à ma connaissance, et comme sa situation très rapprochée de Marseille permet à presque tous les géologues voyageurs de la visiter facilement, j'ai cru devoir la faire connaître à la Société.

La petite rivière d'Huveaune, dont la vallée a été si bien étudiée par la Société dans sa partie supérieure, vient se jeter dans la mer au fond de la charmante baie de Montredon, dans la belle plage du Prado. A l'angle des prairies qui la bordent et qui dépendent du château Borely, le sol s'élève jusqu'à 7 ou 8 mètres au-dessus du niveau de la mer, et forme un petit monticule sur lequel sont les ruines d'une ancienne chapelle dédiée à *Notre-Dame de la bonne veine*. La base de ce monticule est formée par un calcaire lacustre, très marneux, appartenant sans doute à la puissante formation que M. Matheron rapporte à l'étage tertiaire moyen. Il s'étend horizontalement jusqu'au chemin de Mazargues à Montredon, où il vient butter contre une assise assez mince d'une brèche analogue à celle de Tholonet, s'appuyant elle-même sur un lambeau de calcaire à *Chama ammonia*. Le sommet du monticule est formé par une assise de 3 à 4 mètres de puissance d'un grès grossier dont les éléments sont les mêmes que le menu gravier de la plage actuelle. Il s'émiette facilement à la surface, mais au-dessous il y a assez de solidité pour que les constructeurs de la chapelle et d'une maison voisine en aient employé plusieurs fragments comme pierres d'appareil dans les chaînes des

angles et les jambages des ouvertures. La profonde altération qu'ils ont éprouvée a contribué sans doute à faire abandonner ces édifices. J'ai recueilli dans ce grès une Patelle semblable à celles qu'on rencontre encore sur cette plage très pauvre en coquillages et plusieurs exemplaires d'un petit *Trochus* que je n'ai point vu sur cette partie de la côte. Ces coquilles ont conservé leurs couleurs, et leur émail n'a été que légèrement altéré. Ce monticule, qui est évidemment une ancienne plage émergée, a environ 120 mètres de large sur le bord de la mer. Il s'élève légèrement en s'en éloignant jusqu'au rocher rond qui se détache en avant de la falaise néocomienne formant le côté S.-E de la baie.

M. le Secrétaire donne lecture du mémoire suivant :

Sur quelques Brachiopodes nouveaux ou peu connus, par M. Th. Davidson.

Il y a plusieurs années qu'étudiant avec M. Bouchard-Chantereaux l'organisation apophysaire d'un grand nombre de Brachiopodes vivants et fossiles, notre esprit fut frappé des dissemblances considérables qui existent entre cette organisation chez la *Terebratula rosea* et celle de toutes les formes appartenant au genre dans lequel on avait laissé jusqu'à ce jour cette coquille si remarquable, et qui cependant lui est totalement étrangère, comme nous espérons le prouver. Nous fûmes également surpris de voir que, malgré les nombreux efforts tentés depuis quelques années par de savants nomenclateurs pour tirer du chaos l'admirable classe des Brachiopodes, aucun d'eux ne se fût occupé de la *T. rosea*, qui cependant le méritait sous tous les rapports. En effet, non seulement cette coquille ne peut rester avec les Térébratules vraies, dont elle diffère par tous ses caractères, mais encore elle ne peut être convenablement placée dans aucun des autres genres admis jusqu'à ce jour, sans en excepter même ceux si rationnellement établis par M. Alc. d'Orbigny. Nous proposons donc d'élever cette coquille au rang de genre, et de la désigner sous le nom de Bouchardia, en lui conservant son nom spécifique de *rosea*.

Genre Bouchardia.

Caractéristique. — Coquille bivalve, équilatérale, inéquivalve, ovale, légèrement convexe des deux côtés. Valve dorsale terminée antérieurement par un *col* court, presque droit et tronqué à son extré-

mité par l'ouverture pédonculaire. Cette ouverture arrondie est limitée inférieurement par un faux *area*, sur lequel il existe une dépression qui ferait croire à la présence d'un *deltidium*, qui cependant, en réalité, n'existe pas, le crochet étant entier et continu comme ses bords. Sur la dépression inférieure et centrale du crochet dorsal et vers le centre de cette dépression, on distingue, il est vrai, trois stries dont une centrale et deux latérales; mais ces stries sont burinées dans l'épaisseur du test, et n'ont rien de commun avec celles qui limitent ordinairement un deltidium. Ces stries, du reste, ne se prolongent pas jusqu'à l'ouverture apiciale qui paraît percée dans l'épaisseur du crochet de la coquille, dont le test est si épais, qu'il ne laisse intérieurement qu'un passage cylindrique pour le pédoncule d'attache. A la base du crochet dorsal, se trouvent deux dents assez fortes, correspondant avec deux fossettes situées à la base du crochet de la valve ventrale; ces dents sont contournées vers leur extrémité et constituent une articulation qui ne peut être divisée sans que l'une de ces dents soit brisée. Cette articulation, qui est analogue à celle du plus grand nombre des Brachiopodes, se trouve compliquée par un autre système genglymoïde plus intérieurement placé, et composé, sur la valve dorsale, de deux longues rainures qui se prolongent presque jusqu'au milieu de la valve et dans lesquelles viennent se placer les deux longues dents correspondantes de la valve ventrale. Ce double système d'articulation ne s'observe sur aucune des autres formes que nous connaissons; il donne une épaisseur considérable au tiers antérieur des valves, qui n'est nullement en rapport avec la taille de la coquille (*voy.* pl. I, fig. 4, 5 et 6). Au centre des deux grandes dents longitudinales appartenant à la valve ventrale, dont nous venons de parler, et sous le crochet de cette valve, naît le tubercule servant de base à l'une des extrémités de la paire de muscles antérieurs des autres. Ce point d'insertion varie de forme suivant les genres : il est tantôt en creux, tantôt en relief; mais nous ne l'avons encore vu se bifurquer et se prolonger dans l'intérieur de la coquille, sous forme de deux crêtes, que chez le *Bouchardia rosea* (*voy.* fig. 4 et 5, *m.*). Cette disposition, comme celle que présentent les larges empreintes postérieures de la valve dorsale, par leur position si reculée vers le front, annoncent non seulement un système musculaire solide, mais encore particulier à cette coquille, beaucoup plus pesante que quelques autres que nous connaissions chez les Brachiopodes, proportion gardée, bien entendu. Cette épaisseur considérable des deux valves se traduit intérieurement d'une manière différente, sur la valve ventrale

se trouve guillochée par des stries anastomosées, tandis que la valve dorsale est entièrement lisse. Avec les deux grandes impressions musculaires postérieures de la valve dorsale, que nous avons dit n'avoir encore vues chez aucun Brachiopode, se trouvent deux très petites impressions réunies à la base du crochet dorsal et se prolongeant jusqu'à la hauteur de l'extrémité de la grande paire des fossettes articulaires (fig. 4, *f*.). De cette empreinte naît une forte crête arrondie et à large base qui divise la valve en deux parties égales, et sépare les empreintes postérieures pour se continuer jusque près du bord frontal, où elle se termine en pointe mousse. Sur la valve ventrale, deux seules petites empreintes musculaires longitudinales existent à la base de l'armature calcaire, une de chaque côté, plus celle que nous avons déjà citée comme appartenant au tubercule apicial bifurqué (fig. 5, *z. m.*). L'armature interne, ou appareil calcaire, est simple; il se compose d'une crête subcentrale très solide, large à son point de départ, qui touche l'extrémité intérieure de l'appareil genglymoïde, s'amincissant et s'élevant en cloison par une courbe très ouverte, jusque vers la voûte formée par la paroi de la valve dorsale, pour descendre ensuite presque verticalement vers le fond de sa propre valve, aux trois quarts postérieurs de sa longueur. Vers le milieu de la cloison médiane et sur son bord antérieur, naissent deux lames triangulaires qui s'élèvent jusqu'à son sommet, et dont les bords libres se courbent vers l'intérieur de la coquille, de manière à former ensemble une sorte de croissant destiné à protéger la masse viscérale. Les bras nous paraissent avoir été libres, puisqu'on ne leur voit aucun support. Comme on le voit, cette coquille n'offre aucune analogie avec les Térébratules vraies; son système de charnière, si compliqué et prenant à lui seul près de la moitié de l'étendue des valves, ne peut être assimilé à celui d'aucun genre connu, et il en est à peu près de même de la disposition de ses empreintes musculaires. La seule parenté que nous ayons pu lui trouver se remarque, à un faible degré, dans le MAGAS PUMILUS, et, pour mieux les faire connaître, nous avons cru devoir offrir aussi les dessins détaillés de cette coquille, afin que chacun puisse, comme nous, saisir et comparer ce que ces deux genres ont de semblable et de dissemblable. Comme dans le *Bouchardia rosea*, la valve dorsale du *Magas pumilus* offre une crête centrale longitudinale qui sépare les empreintes musculaires : toutes les autres parties diffèrent notablement. Dans la valve ventrale, l'armature calcaire du *Bouchardia* offre aussi une cloison médiane, mais celle-ci ne supporte qu'une seule paire de

lames triangulaires supérieures; celles qui lient l'appareil à la charnière manquent: elle est donc, comme on peut le voir, infiniment plus simple, et nous avons, à cet effet, marqué les parties qui ont entre elles quelque analogie des mêmes lettres dans les deux genres. Quant à la charnière, on ne peut établir entre les deux coquilles la moindre comparaison. Du reste, on peut voir la description du *Magas pumilus* que nous avons donnée, M. Bouchard et moi, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, vol. V, p. 139, 1848.

BOUCHARDIA ROSEA, nob., pl. I, *fig.* 1 à 6 (1).

Terebratula rosea, Humphrey.
— Sowerby, *Genera of shells*, fig. 4.
— Deshayes, Lamarck, nouv. édit., t. VII, p. 350.
— Sowerby, *Thesaurus conchyliorum*, p. 357, pl. XXI, fig. 75-77.

Coquille lisse, généralement rose ou rosacée, et quelquefois rayonnée de blanc, de la *natis* à la circonférence. Le test des valves est très poreux. Les pores sont petits, mais très rapprochés et très nombreux.

Habite les côtes du Brésil.

Nous avons dédié ce genre à notre ancien et constant ami M. Bouchard-Chantereaux, de Boulogne-sur-Mer, qui a fait tant de recherches savantes sur l'organisation des Brachiopodes, dont nous espérons qu'il enrichira sous peu la science.

Remarques sur le genre ARGYOPE, *Deslongchamps;* MEGATHIRIS, *d'Orbigny.*

Il est fâcheux, et chacun le regrette dans l'intérêt de la science, que la plupart des nomenclateurs négligent ordinairement les travaux de leurs devanciers, de sorte qu'il en résulte souvent pour la même *forme* une confusion dans les noms, qui s'accroît d'une manière désespérante avec les nombreux mémoires ou notices qui journellement, pour ainsi dire, paraissent dans les diverses parties de l'Europe et de l'Amérique, et nécessite toujours une synonymie considérable très nuisible au progrès.

(1) Cette coquille, déjà figurée par plusieurs auteurs, ne l'a pas été d'une manière satisfaisante; ses caractères intérieurs surtout ont été négligés.

Nous avons depuis longtemps déjà approuvé, en grande partie, la nouvelle classification des Brachiopodes présentée à l'Académie des sciences par M. Alc. d'Orbigny, et insérée dans les *Comptes rendus hebdomadaires* de cette Académie, en août 1847, parce que, malgré quelques faits incomplets encore, c'est la meilleure classification que nous ayons. Il est donc à regretter que M. Alc. d'Orbigny ait omis de consulter les travaux de ses devanciers, et employé des noms déjà admis pour certains genres, au lieu d'en proposer de nouveaux qui, par leur ordre de date, ne peuvent qu'être synonymiques. Si M. Alc. d'Orbigny avait ouvert le VIIe volume des *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie*, il aurait vu, page 9, que M. E. Deslongchamps, savant très distingué, avait déjà, à cette époque (1842), séparé la *Terebratula detruncata* des Térébratules proprement dites, sous le nom générique d'ARGYOPE. Voici ce qu'on lit dans cet ouvrage : « N'a pas été imprimé, » un mémoire sur le genre Argyope, nouveau genre établi dans la » famille des Brachiopodes sur l'*Anomia detruncata*, Gmel., que » l'auteur regarde comme intermédiaire entre les *Térébratules*, » les *Delthyris* (Spirifères) et les *Thécidées*, et qu'il caractérise » ainsi : Animal inconnu. Coquille bivalve, inéquivalve, équila- » térale, adhérant aux corps sous-marins par le sommet de la » grande valve, qui est saillant et divergent, et peut-être aussi » par un cordon ligamenteux sortant d'une échancrure de la même » valve. Surface aréale plane, percée au milieu d'un grand trou » triangulaire, bordé. Bord cardinal droit. Charnière formée de » deux dents simples appartenant à la grande valve, reçues dans » deux fossettes de la petite. Appareil apophysaire constitué par » une lame calcaire adhérente, contournant la circonférence in- » terne de la petite valve et se réfléchissant sur les parties inté- » rieures de cette valve. »

Il faut supposer que M. Alc. d'Orbigny n'avait pas eu connaissance de cette description; sans cela il n'aurait probablement pas proposé le nom de *Megathiris* pour l'*Argyope*. M. Gray (1) admet le genre *Argyope* (2), et ce fut à mes instances que M. Deslongchamps m'envoya son manuscrit rédigé en 1842, mais dont la *caractéristique* seule a paru dans le volume cité. Malgré sa date, je pense que l'insertion suivante ne sera pas entièrement inutile pour la science :

---

(1) *On the arrangement of Brachiopoda*, by J. E. Gray. (*Annals of nat. hist.*, vol. II, p. 435.)

(2) Nom mythologique.

« *Sur le genre* Argyope (1) *par M. E. Deslongchamps.* »

« La petite coquille dont je forme le genre Argyope ressemble, » par ses caractères extérieurs, à ces espèces ou variétés de Spiri- » fères dont le crochet de la grande valve ne se recourbe pas vers » la petite. Comme chez les Spirifères, l'aréa du crochet de la » grande valve est plane, striée transversalement et percée d'un » grand trou triangulaire dont les côtés sont limités par deux » lignes enfoncées. La surface externe des deux valves de l'Ar- » gyope est régulière et n'annoncerait pas une coquille ad- » hérente par la surface extérieure de son trou, si l'on ne remar- » quait vers le sommet du crochet de la grande valve une facette » irrégulière par laquelle cette coquille adhérait peut-être aux » corps sous-marins, comme le font les Thécidées. A l'intérieur, » l'Argyope ressemble beaucoup à ces dernières ; sa surface in- » terne est couverte de rugosités très marquées ; sa valve opercu- » laire montre un appareil apophysaire très singulier, sans ressem- » blance avec celui des Spirifères, mais qui rappelle assez bien » celui de quelques Thécidées, et notamment de la *Thecidea hie- » roglyphica*, dont il ne diffère que par ce qu'il est plus simple » et plus facile à ramener à celui de plusieurs espèces de Téré- » bratules.

» Je suis donc fondé à former un nouveau genre avec cette » petite coquille, puisqu'elle ne peut entrer convenablement dans » aucun de ceux que les naturalistes ont établis, et qu'elle semble » former un chaînon entre plusieurs genres ou familles de Bra- » chiopodes séparés par d'assez grands intervalles. Je suis encore » fondé à attacher de l'importance aux caractères particuliers du » genre Argyope, puisqu'ils servent à expliquer, pour ainsi dire, » et à ramener au type commun l'appareil apophysaire des Thé- » cidées qui, sans cela, ne paraît se rattacher que très imparfai- » tement à celui de beaucoup de Térébratules.

» La coquille qui m'a fourni ces notions importantes n'est pour- » tant pas nouvelle : elle est connue et figurée depuis longtemps, » mais elle ne paraît pas avoir fixé autant qu'elle le mérite » l'attention des malacologistes. Gualtieri en donne une mauvaise » figure et une description plus mauvaise encore. Elle est assez » bien représentée par Chemnitz, dont les figures ont été repro- » duites dans l'*Encyclopédie méthodique*. Elle est passablement

(1) M. Morris m'a dit aussi l'avoir signalé à M. Gray.

» décrite dans le *Systema naturæ* de Gmelin, sous le nom de *Terebratula detruncata :* je n'ajoute rien à la description de Gmelin, » mais je crois que la figure de Gualtieri, citée par Gmelin, n'ap- » partient pas à cette espèce. Il est assez difficile, et surtout fort » peu important de se prononcer sur une aussi mauvaise figure, » d'autant plus que Gualtieri ne représente point l'intérieur, qui » pouvait décider la question. Cependant le trou assez bien rendu » du talon de la grande valve me ferait pencher pour l'avis de » Gmelin. Je ne sais si cette coquille est rare : je serais porté à » croire qu'elle est assez commune, mais que par sa petite taille » et sa chétive apparence elle aura échappé aux collecteurs et aux » naturalistes. J'en ai trouvé six échantillons en cherchant dans » les anfractuosités des masses pierreuses qui servent d'appui aux » empâtements du corail rouge de la Méditerranée. Elle s'y » trouve avec plusieurs individus de la Thécidée méditerranéenne, » à laquelle elle ressemble par la taille et un peu par la forme ; » mais les Thécidées adhéraient fortement, et les Argyopes étaient » libres.

» Si les Argyopes adhèrent directement aux corps sous-ma- » rins, comme le disent Gmelin et M. de Blainville, ce ne peut » être que par la très petite surface irrégulière qui se voit près du » sommet de la grande valve. Mais ce mode d'adhérence me pa- » raît douteux : il a dû sortir par le trou triangulaire de l'aréa » un gros cordon ligamenteux qui s'attachait aux corps sous-ma- » rins, ainsi que cela a lieu pour la plupart des Brachiopodes. » Il me paraît assez naturel de croire que la coquille n'adhérait » même pas par la surface irrégulière voisine du sommet, mais » que cette surface ne s'est formée que par suite du peu de lon- » gueur du ligament passant par le trou de l'aréa, circonstance » qui forçait la coquille d'appuyer son sommet sur un corps dur, » d'où est résulté la formation d'une petite surface irrégulière. » Le plus grand de mes échantillons a 7 millimètres de largeur » et 5 de longueur ; le plus petit a des dimensions d'un tiers » moindres.

» La forme de la coquille est sublenticulaire et anguleuse du » côté du crochet de la grande valve, qui est un peu bombée ; la » petite valve l'est un peu moins, sans être tout à fait aplatie, » comme dans les Thécidées : elle est presque de moitié plus » courte que la grande. Les deux valves s'appliquent très exacte- » ment par leurs bords libres, qui sont taillés en biseau aux dé- » pens de leur surface interne ; à l'extérieur, elles sont ornées » de huit à dix côtes rayonnantes, arrondies, très peu saillantes,

» séparées par autant de gouttières superficielles, les côtes d'une » des valves répondant aux gouttières de l'autre. La côte médiane » est placée sur la petite valve, et la gouttière médiane sur la » grande. Quelques stries concentriques d'accroissement croisent » régulièrement les gouttières et les côtes.

» Le crochet ou talon de la grande valve est droit et divergent; » son aréa est très grande, plane et marquée de petites stries » transverses d'accroissement. Le trou est grand, triangulaire; son » sommet se confond avec celui du crochet. Les côtés du trou » sont comme bordés par un léger repli saillant, et on distin- » gue entre ses bords une petite surface triangulaire, enfoncée, » à stries transversales, indiquant aussi dans ce point les ac- » croissements successifs de la coquille (1). La ligne cardinale est » droite, sans autres caractères que deux grosses dents qui s'en- » foncent dans deux cavités correspondantes appartenant à la petite » valve. Ses dents sont séparées par la base du tronc et n'ont point » d'appendices radiculaires intérieurs. La face interne de la grande » valve, assez concave, est partagée par un septum médian, lon- » gitudinal, mince et assez saillant, qui naît de l'intérieur du » sommet et se perd vers le biseau du bord libre, de chaque » côté du septum médian. La surface interne présente quelquefois » trois lignes longitudinales rayonnantes, également espacées, » moins saillantes que le septum, et finissant comme lui vers le » biseau; plus fréquemment, il n'y en a qu'une de chaque côté. » Le reste de cette surface est couvert de granulations blanches, » arrondies, très serrées et ressemblant à celles de la peau de » chagrin.

» La petite valve a aussi un crochet droit, divergent, mais bien » moins saillant que celui de la grande valve. Il est compris dans » un angle excessivement ouvert. Sa ligne cardinale est droite: » une échancrure médiane peu profonde y sépare deux fossettes » correspondantes aux dents de l'autre valve. La cavité de la » petite valve est notablement diminuée par le biseau, qui s'y re- » lève en saillie et de manière à rendre en même temps cette » cavité plus profonde qu'on ne le jugerait par l'extérieur. Du » côté du bord libre opposé au sommet existent, dans la cavité de

(1) Si, dans la famille des Brachiopodes, les deux valves étaient unies entre elles par un ligament allant d'une valve à l'autre, on pourrait regarder cette petite surface triangulaire comme la fossette du ligament. Je n'ai pas besoin d'avertir que dans le cas présent il ne peut en être ainsi.

» la petite valve, trois protubérances ou promontoires (*costis* » *intus tribus*, Gmel.), naissant du revers du biseau, un peu » convergentes par leurs sommets arrondis et séparées par deux » échancrures profondes. Elles s'élèvent d'abord en suivant la » direction oblique du biseau, puis elles s'abaissent en se dirigeant » vers le fond de la valve, où elles se terminent insensiblement. » Si l'on compare l'intérieur de cette valve avec celui de la même » valve des *Thecidea hieroglyphica* et *digitata*, il sera facile de voir » que les protubérances de l'Argyope rappellent les prolongements » digités de ces Thécidées; seulement, pour celles-là, le cas est » plus simple, mais l'analogie est évidente. Les deux fossettes car- » dinales de la petite valve sont complétées en dedans par une » légère saillie qui, dans beaucoup de Brachiopodes, se prolonge » plus ou moins vers le fond de la valve, et forme ce que j'ai ap- » pelé *racine* ou *prolongement radiculaire de la dent cardinale*. » C'est aussi de cette partie saillante que naissent les appareils » apophysaires chez tous les Brachiopodes qui en sont pourvus. » Dans l'Argyope, cette saillie donne de chaque côté naissance à » une lame calcaire excessivement mince qui, sans aucun doute, » représente ici l'essentiel de l'appareil apophysaire des autres » Brachiopodes; mais, au lieu d'être libre dans toute son éten- » due et placée dans l'intervalle des deux valves, elle adhère lé- » gèrement par sa face externe au revers du biseau et aux protu- » bérances dont elle suit exactement les contours, s'appliquant » néanmoins plus exactement sur leurs parties avancées qu'au » fond des échancrures qui les séparent. Cette lame très mince » et très fragile ne se voit dans son intégrité que sur les in- » dividus bien conservés; sur ceux qui sont dans le cas con- » traire, on n'en aperçoit que des traces, ou même elle paraît » manquer tout à fait. Je m'expliquerais par là le silence des au- » teurs qui ont décrit cette coquille, et qui ne disent rien de la » lame. Cependant ce caractère est d'une haute importance, car il » n'est pas douteux pour moi que cette lame ne remplisse les » mêmes fonctions que les appareils apophysaires des autres Bra- » chiopodes, c'est-à-dire qu'elle sert de soutien aux organes char- » nus et ciliés que l'on a nommés leurs bras. Il est facile de con- » cevoir comment l'accroissement de la petite lame peut se faire » par son bord supérieur, l'inférieur se détruisant à mesure que » le supérieur augmente (1), et comment elle peut se trouver en

(1) Je suppose ici la coquille couchée sur sa petite valve; la grande est alors supérieure.

» dehors du manteau, comprise seulement dans un repli de celui-
» ci. D'après la manière dont je m'explique l'accroissement de l'ap-
» pareil apophysaire des Brachiopodes, il est évident pour moi que
» celui de l'Argyope présente un des cas les moins compliqués, puis-
» qu'on peut considérer cet appareil comme une saillie circulaire de
» la surface interne de la valve; suivant moi, l'appareil apophysaire
» des Thécidées se trouve expliqué par son analogie évidente avec
» celui de l'Argyope, puisque, dans les deux genres, il adhère
» dans toute son étendue à la face interne de la petite valve. Il
» me semble encore que l'appareil apophysaire de l'Argyope ayant
» à son tour une analogie facile à saisir avec celui des Térébra-
» tules, le genre que j'établis sert de lien entre celles-ci et les
» Thécidées, et ramène ces dernières (par leur coquille au moins)
» au type général d'un ordre de Mollusques aussi intéressant à
» étudier que difficile à être bien compris.

Argyope detruncata.

» *Testa minima, crassissima, subtrigona, subinflata, radiis latis*
» *obsoletis* 8 *aut* 10 *ornata, sordide alba.*

» Coquille très petite, à test très épais, subtriangulaire, un peu
» renflée, à surface externe ornée de huit ou dix rayons élevés,
» couleur blanc pâle.

» Gualtieri, *Test.*, tab. 96, fig. 6, *cc.*
» *Anomia decollata*, Chemn., *Conch.*, 8, tab. 781, fig. 705, *a, b, c, d.*
» *Encyclop. méth.*, pl. 243, fig. 10, *a, b, c, d, e.*
» *Anomia detruncata*, Gmel., *Sept. nat., s.*, 3347, n° 36.
» *T. detruncata*, de Blainv., *Dict. des sciences nat.*
» — *decollata*, Desh. dans Lamk., *An. sans vertèbres*, t. VII, p. 330.
» — *decollata*, Schrot., *Einl.*, t. III, p. 410, n° 19.
» *Anomia decollata*, Dillw., *Cat.*, t. I, p. 292, n° 19.

» Habite la Méditerranée, adhérent aux coraux. »

Nous devons à M. Alc. d'Orbigny des particularités qui sont restées étrangères à M. Deslongchamps, qui avait été privé de l'étude de l'animal. C'est ainsi que le premier de ces auteurs nous fait connaître qu'*il n'y a plus de bras*, etc.

Comme M. Deslongchamps, M. d'Orbigny place son genre près des *Thécidées*. Peu de temps après la lecture de son mémoire à l'Académie des sciences, M. d'Orbigny fit paraître dans les

Annales des sciences naturelles, novembre 1847, d'autres détails accompagnés d'excellentes figures. Dans la planche qui accompagne cette notice, nous avons reproduit les figures dessinées par M. Deslongchamps lui-même et qui accompagnent son mémoire ci-dessus cité.

M. d'Orbigny ne semble pas non plus avoir connu l'*Icones fossilium sectiles* de M. Kœnig, puisqu'il ne parle pas du genre *Trigonosemus* de cet auteur. Il est vrai que M. Kœnig avait réuni dans ce genre des *formes* qui ont servi à M. d'Orbigny pour créer ses genres *Fissirostra* et *Terebrirostra*. — Je ne désire certainement atténuer en rien le mérite de M. d'Orbigny, dont les connaissances immenses sont justement appréciées de tout le monde savant, mais, dans l'intérêt de chacun, j'ai cru nécessaire de signaler ces faits qui auraient pu rester inconnus.

TEREBRATULA EUGENII, de Buch, pl. I, fig. 16, 20.

Coquille bivalve, ovale, équilatérale, inéquivalve, arrondie. Valve dorsale plate, ou tendant à être concave, avec une dépression longitudinale qui s'étend du crochet jusqu'au bord; munie d'un crochet assez prononcé, sans aréa. Ouverture ronde, petite, entamant plus le crochet que le deltidium en deux pièces. Bords du crochet formant des angles aigus. Valve ventrale bombée, pincée sur la natis, qui est très relevée et qui forme le point culminant de la valve. La surface des valves est finement ponctuée et présente des stries espacées de 1 millimètre, peu saillantes et peu visibles si on ne les observe attentivement et sur des échantillons bien conservés. Largeur, 23 millimètres; longueur, 32; épaisseur, 15.

M. de Buch, à son passage par Caen en 1847, a nommé cette espèce *Terebratula Eugenii* en honneur de M. Eugène Deslongchamps, duquel il avait reçu un échantillon. Cette remarquable espèce présente des formes tellement nettes et distinctes des autres Térébratules connues, qu'elle se distingue tout de suite. Ces formes sont l'inverse de ce que nous voyons dans la *Terebratula carinata*, Lamk., la valve ventrale de la *Terebratula Eugenii* étant bombée, pendant que cette même valve est déprimée dans la *Terebratula carinata*. Les mêmes différences s'observent sur la valve dorsale.

Je ne sais si M. de Buch a déjà figuré ou décrit cette espèce. La *Terebratula Eugenii* est particulière jusqu'ici au lias de Fontaine-Etoupe-Four et de Bretteville-sur-Laize, près de Caen, le lias, dans ces localités, reposant sur le grès de Caradoc.

Cette espèce est très rare : on ne paraît pas en connaître plus de 8 à 9 échantillons. C'est à M. Bouchard que je dois la première connaissance de cette espèce, et l'échantillon, de parfaite conservation, que je figure, m'a été communiqué par le savant doyen de la Faculté des sciences de Caen, M. E. Deslongchamps, qui a aussi eu l'obligeance de me communiquer un grand nombre d'échantillons de sa collection comme objets de comparaison pour le grand travail que je vais publier sous peu sur tous les Brachiopodes tertiaires, crétacés et jurassiques de la Grande-Bretagne.

TEREBRATULA MOOREI, nob., pl. I, fig. 21-23.

Coquille bivalve, épaisse, subpentagonale, souvent allongée. Valves de profondeur presque égale, couverte de stries d'accroissement nombreuses et prononcées. Valve ventrale très bombée, offrant une légère dépression longitudinale à partir de la natis, qui se perd ensuite par le gonflement du milieu de la coquille, mais qui reparaît ensuite d'une manière plus prononcée vers le front. Valve dorsale bombée, carénée vers le crochet, qui est exactement semblable à celui de la *Terebratula resupinata*, étant très recourbé et percé d'un très petit trou pour le passage du pédoncule d'attache, le deltidium, en deux pièces, étant entamé par l'ouverture pédonculaire. A partir aussi du milieu de cette valve, comme dans la valve ventrale, on voit une dépression longitudinale qui s'étend jusqu'au bord frontal, qui lui-même forme une ligne rentrante au milieu. La surface est finement ponctuée. Longueur 34, largeur 27, épaisseur 23 millimètres.

Cette espèce se distingue facilement de la *Terebratula cornuta* (Sow.), dont elle approche par ses formes plus épaisses et rondes, et par un faciès général facile à distinguer. Elle a été découverte dans les couches du Marlstone de Ilminster, par M. Moore, savant infatigable, auquel je me fais un vrai plaisir de la dédier.

Explication de la planche.

Fig. 1, 2 et 3. *Bouchardia rosea* de grandeur naturelle.

Fig. 4. Valve dorsale; *k*, crête longitudinale partageant la valve et isolant les deux impressions musculaires postérieures; *o*, dents en crochet, s'insérant dans les fossettes *x* de la valve ventrale; *j*, fossettes longitudinales recevant les lames dentaires *s* de la valve ventrale.

Fig. 5. Valve ventrale vue de face; *z*, *m*, support bifurqué de la

paire de muscles antérieurs; *s*, lame dentaire inférieure; *e*, *e'*, *e''*, *f*, armature calcaire; *e*, l'une des lames triangulaires, concave, protégeant les viscères; *e'* extrémité libre et recourbée de cette lame; *e''*, crête de la cloison centrale supportant l'armature; *f*, son point culminant touchant, dans la réunion des valves, la paroi interne de la valve dorsale. Ces lettres *e*, *e'*, *e''* et *f*, représentent les mêmes parties dans le *Bouchardia rosea* et le *Magas pumilus*; il en est de même pour la lettre *x* de la valve dorsale.

Fig. 6. La même valve ventrale, vue de côté pour faire voir le développement considérable de l'appareil genglymoïde; les mêmes lettres représentent les mêmes parties dans les deux figures de cette valve.

Fig. 7. *Magas pumilus*, grandeur naturelle.

Fig. 8, 9 et 10. Les deux valves grossies pour montrer les rapports et les différences existant entre les diverses parties des deux genres ci-dessus cités.

Fig. 11. *Argyope detruncata*, de grandeur naturelle.

Fig. 12, 13, 14, 15. Les valves isolée et grossie du même genre.

Fig. 16, 20. *Terebratula Eugenii*, vue sur ses diverses faces.

Fig. 21, 23. *Terebratula Moorei*.

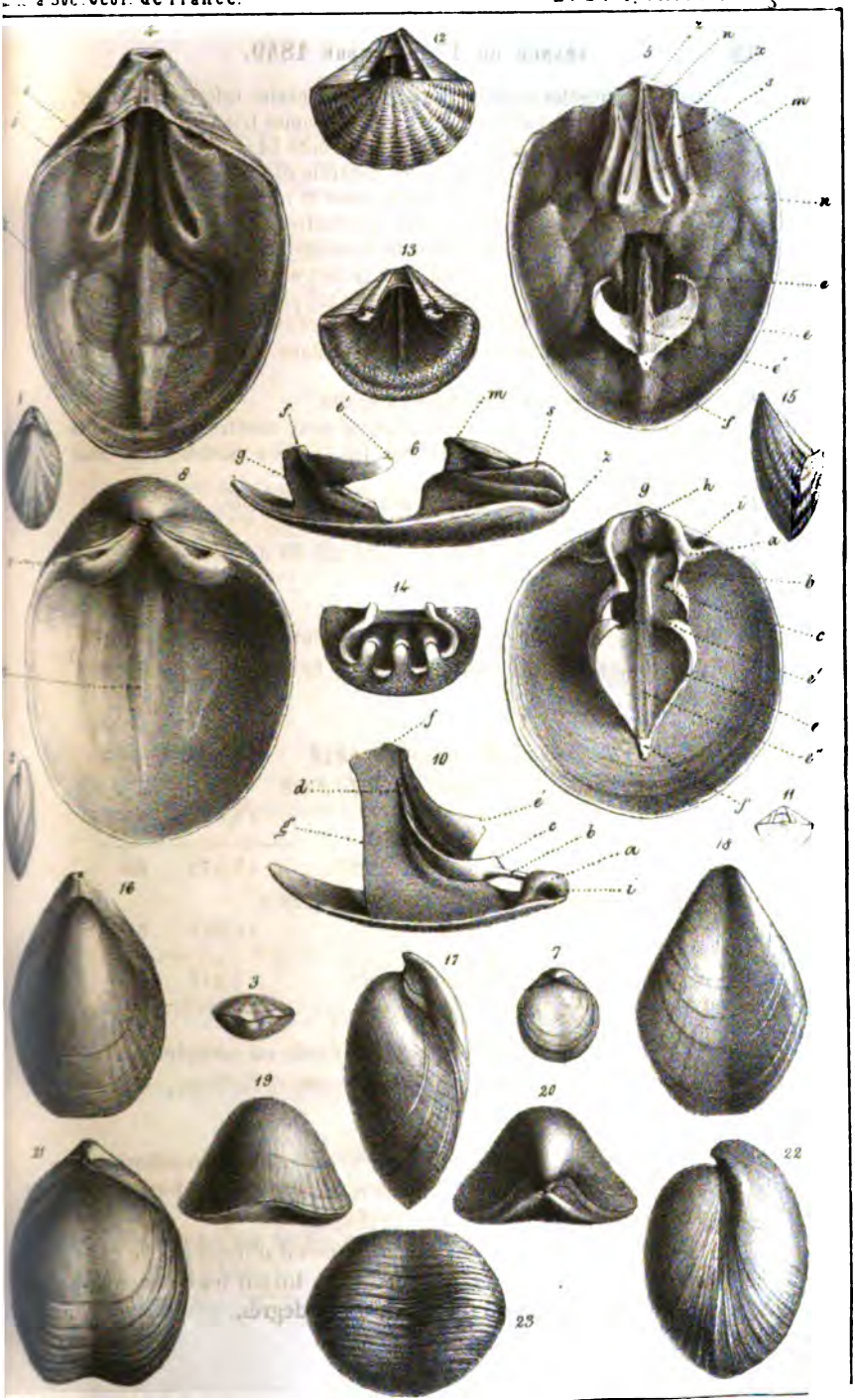
M. Éd. de Brimont, trésorier, a présenté, dans la séance du 5 novembre dernier, l'état suivant de la caisse au 31 octobre précédent.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1848. .	1,526 fr.	40 c.
La recette, depuis le 1er janvier 1849, a été de	13,846	20
Total. . .	15,372	60
La dépense, depuis le 1er janvier 1849, a été de	11,086	55
Il restait en caisse au 31 octobre 1849. . . .	4,286	05

M. Adr. Paillette envoie la note suivante en complément de sa notice *Sur une Pyrite stannifère*, etc. (*Bulletin*, t. VII, p. 16.)

Lors de ma rentrée dans les Asturies, on m'a communiqué un mémoire de l'ingénieur Don Augustin Martinez de Alcibar, au sujet des produits de la localité de Trabada.

Il résulte des essais qu'il a faits que le métal obtenu par le procédé que nous avons décrit, et recueilli par lui sur les lieux, avait une densité D = 9,80 et qu'il fondait à 176 degrés.



Lith. de Kaeppelin. Quai Volta

Cet ingénieur croit que le métal obtenu par l'espèce de déliquation qu'on force les schistes à subir, qui est celui qu'il a *vu* fabriquer et dont il a pris la densité, contient 3 parties de plomb et 1 d'étain, résultat bien différent de celui trouvé par nous et par M. Pelouze.

Don Augustin Martinez de Alcibar paraît craindre aussi que le minéral nouveau ne soit pas de composition constante ; c'est ce que nous avions prévu. Je pense néanmoins que la pyrite est stannifère. Si cela est démontré par les nouvelles expériences qu'on pourra pratiquer, une fois les travaux de recherches plus développés, la *Ballestérosite* serait ou se rapprocherait d'un stannosulfure de plomb. L'avenir le dira.

Voy. *Posidonius apud Strabon.* ἐξανθεῖν φασιν,... etc., t. III, p. 147 : « On dit que la terre fournit des efflorescences d'étain, *parce que*, » comme dit Pline, XXXVI, 16, *l'étain* nascitur cum argento. »

Diodore, t. V, p. 218 : γενέται δὲ καὶ κασσίτερος... etc. : « On rencontre » l'étain en plusieurs endroits de l'Hibérie, mais on ne le trouve » pas à la surface de la terre, ainsi que le déclarent divers auteurs. » On l'exploite dans des filons rapprochés de ceux d'or et d'argent, » et on le traite comme ces métaux. »

« Car au-dessus de la province de Lusitanie il existe beaucoup » de mines d'étain. » (Caryophillas.)

Dans toutes les éditions d'Agricola on trouve une description du petit fourneau à manche à soufflets cylindriques, qui servait aux Lusitaniens pour fondre le minerai d'étain.

Séance du 7 janvier 1850.

PRÉSIDENCE DE M. D'ARCHIAC.

M. Deville, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Collomb, *Quelques observations sur le terrain quaternaire du bassin du Rhin, et des relations d'âge qui existent entre le terrain de la plaine et celui de la montagne.*

De l'origine du lehm (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI); in-8, 20 p. Paris, 1849.

De la part de M. Ch. Sainte-Claire Deville, *Voyage géologique aux Antilles et aux îles de Ténériffe et de Fogo*; 3e livraison, in-4, 6 pl. Paris, chez Gide.

De la part de M. Fournet, *Suite des Études sur la géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans* (extr. des *Ann. de la Soc. nat. d'agric., d'hist. natur. et des arts utiles de Lyon*, 1849); in-8, 85 p. Lyon, chez Barret.

De la part de M. Murchison : 1° *On the silurian*, etc. (Sur les roches siluriennes de la Suède) (extr. du *Quart. Journ. of the geolog. Soc. of Lond.*, 3 juin 1846); in-8, 48 p., 1 pl.

2° *Additional remarks*, etc. (Nouvelles remarques sur le dépôt d'Œningen en Suisse) (extr. du *Quart. Journ. of the geolog. Soc. of Lond.*, 4 nov. 1846); in-8, 1 p.

De la part de M. A. Erdmann, *Försök*, etc. (Essai d'une description géognostique et minéralogique de la paroisse de Tunaberg, dans le Södermanland) (extr. des *Mém. de l'Acad. roy. des sc. de Stockholm*, 1848); in-8, 94 p., 6 pl. Stockholm, 1849, chez Norstedt et fils.

De la part de M. Duvernoy : 1° *Rapport sur un mémoire de M. Paul Gervais, ayant pour titre : Recherches sur les mammifères fossiles des genres* Palæotherium *et* Lophiodon, *et sur les animaux de la même classe que l'on a trouvés avec eux dans le midi de la France* (extr. des *Compt. rend. des séances de l'Acad. des sc.*, t. XXVIII); in-4, 14 p. Paris, chez Bachelier.

2° *Note sur les roches trouées du calcaire jurassique supérieur, et sur les animaux qui les ont habitées* (extr. des *Compt. rend. des séances de l'Acad. des sc.*, t. XXIX); in-4, 10 p. Paris, chez Bachelier.

De la part de M. de Helmersen : 1° *Geognostische*, etc. (Observations géognostiques de M. de Middendorff pendant son voyage en Sibérie, rédigées par M. de Helmersen) (extr. du Ier vol., part. 1re, du *Voy. de M. de Midd. en Sibérie*); in-4, 28 p. Saint-Pétersbourg, 1848.

2° *Geognostische*, etc. (Observations géognostiques sur la presqu'île de Mangyschlak, située au bord occidental de la mer Caspienne), lu le 26 mai 1848 (extr. du *Bull. de la classe*

physico mathém. de l'Acad. I. des sc. de Saint-Pétersb., t. VII, n° 10), par M. de Helmersen; in-8, 7 p.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1849, 2e sem., t. XXIX, nos 25 et 27.

L'Institut, 1849, nos 833 et 834; 1850, n° 835.

Procès-verbaux de la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers, année 1846.

Mémoires de la même Société : Ve vol., 7e livraison, 1846; VIe vol., 1re et 2e livraisons, 1847; 3e livraison, 1848; 4e livraison, 1849.

Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et commerce du Puy, t. XIII, 1847-1848.

Séances et travaux de l'Académie de Reims, année 1849-1850, n° 4.

Neuf mémoires de la Société libre du commerce et de l'industrie de Rouen, des 6 juillet et 5 décembre 1848; 1er mai, 16 octobre, 20 novembre et 4 décembre 1849.

The Athenæum, 1849, nos 1156 et 1157; 1850, n° 1158.

The quarterly Journal of the geological Society of London, n° 20, novembre 1849.

Studien, etc. (Études de la Société des amis des mineurs de Goettingue), Ve vol., 3e cahier.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1848, nos 3 et 4; année 1849, nos 1 à 3.

M. Michelin a déposé sur le bureau, de la part de M. Dechen, un bel échantillon d'un minéral de Musen (Westphalie), dont l'analyse, faite par M. le docteur Schnabel, a donné :

Soufre. . . .	42,59
Nickel. . . .	32,93
Cobalt. . . .	21,25
Fer.	2,81
	99,58

M. Michelin a également remis deux échantillons d'un grès des mêmes localités, qui a l'aspect d'un grès dévonien, mais contenant des fossiles qui ressemblent à des Serpules.

M. le Président dépose sur le bureau, de la part de M. de

Roys, archiviste, l'état de situation des archives, avec les pièces à l'appui de sa gestion.

Les nominations des diverses commissions, pour l'année 1850, faites par le Conseil, sont successivement adoptées par la Société.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante :

1° *Commission de comptabilité*, chargée de vérifier la gestion du Trésorier : MM. Viquesnel, Damour, Hébert.

2° *Commission des archives*, chargée de vérifier la gestion de l'archiviste : MM. Bourjot, Ch. Martins, Hugard.

3° *Commission du Bulletin* : MM. Angelot, Damour, de Verneuil.

4° *Commission des Mémoires* : MM. Le Blanc, Viquesnel, Deshayes.

On procède ensuite à l'élection du Président pour l'année 1850.

M. Élie de Beaumont, ayant obtenu 101 suffrages sur 117, est élu Président pour l'année 1850.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents : MM. Constant Prévost, Delafosse, de Verneuil, Deshayes.

Secrétaire pour la France : M. Deville (Ch. Sainte-Claire).

Vice-Secrétaires : MM. Delesse, Bourjot.

Membres du Conseil : MM. d'Archiac, Alcide d'Orbigny, Charles d'Orbigny, Damour.

Il résulte de ces nominations que le Bureau et le Conseil se trouvent composés de la manière suivante pour l'année 1850 :

Président.

M. Élie de Beaumont.

—

Vice-Présidents.

M. Constant Prévost,
M. Delafosse,
M. de Verneuil,
M. Deshayes.

—

Secrétaires.	*Vice-Secrétaires.*
M. Deville,	M. Delesse,
M. Pomel.	M. Bourjot.

Trésorier.	*Archiviste.*
M. Éd. de Brimont.	M. de Roys.

Membres du Conseil.

M. Dufrénoy,	M. Viquesnel,
M. Graves,	M. Angelot,
M. Hébert,	M. d'Archiac,
M. Walferdin,	M. d'Orbigny (Alcide),
M. Le Blanc,	M. d'Orbigny (Charles),
M. Michelin,	M. Damour.

M. Éd. de Brimont, trésorier, présente le compte suivant de l'état de la caisse au 31 décembre 1849.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1848. .	1,526 fr.	40 c.
La recette, depuis le 1er janvier 1849, a été de	16,943	70
Total. . .	18,470	10
La dépense, depuis le 1er janvier 1849, a été de	17,802	55
Il reste en caisse au 31 décembre 1849. . .	667	55

Séance du 14 janvier 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Albert DAUTRIVE, avocat, à Paris, rue du Vingt-Neuf Juillet, 11, présenté par MM. Robert de Vey et Bayle;

DESCLOIZEAUX, à Paris, rue Saint-Benoît, 25, présenté par MM. Damour et Bayle.

M. Christophe COLOMB est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. E. Sismonda : 1° *Notizia*, etc. (Notice historique sur les travaux de la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Académie de Turin, pendant l'année 1846); in-4, 21 p.

2° *Notizia*, etc. (Autre Notice historique, etc., pendant l'année 1847); in-4, 21 p. Turin, imprimerie royale.

3° *Scienze naturali. — Un fenomeno entomologico;* in-8, 8 p.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1850, 1er semestre, t. XXX, n° 1.

L'Institut, 1850, n° 836.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 15, novembre 1849.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube, t. XIV; t. Ier, 2e sér., nos 5 à 8, année 1848.

The Athenæum, 1850, n° 1159.

M. de Verneuil lit l'extrait suivant d'une lettre de M. le colonel G. de Helmersen, directeur du corps des mines de Saint-Pétersbourg :

Saint-Pétersbourg, 15/27 mars 1849.

« Dans votre dernière lettre, vous exprimez des doutes au sujet de l'existence de tubes sur le deltidium de mon genre *Aulosteges*. Ces organes s'y trouvent réellement, je vous assure, quand les individus sont *bien conservés;* et pour vous en donner la preuve, je joindrai à cette lettre un échantillon d'*Aulosteges*, assez bien con-

servé, pour faire voir très distinctement *la base* des tubes détruits.

» Les exemplaires à tubes parfaitement conservés sont très rares; je n'en possède, et il n'en existe que deux.

» Dans ce moment, il se fait peu de chose en géologie chez nous. Le colonel Hofmann est depuis quatre mois de retour de son voyage à l'Oural arctique, qu'il a examiné sous le point de vue géologique et géographique. L'Oural, en s'écartant un peu de sa direction normale S.-N., sous le 65e degré de latitude, prend une direction S.-O., N.-E., et n'atteint pas la mer; à une distance de 50 verstes de la côte, la chaîne finit brusquement comme tranchée perpendiculairement sur sa direction. La chaîne, que nos cartes dessinent depuis les sources de la Kara jusqu'au détroit de Vaygatch, et qui se dirige du S.-E. au N.-O., s'appelle Pay-Khay : ce n'est plus l'Oural. M. Hofmann n'y a pas trouvé une seule roche ignée, excepté des blocs de granite qui n'étaient pas en place. D'après les notions préalables que ce géologue vient de nous communiquer, la dite chaîne, qu'il a poursuivie jusqu'au détroit de Vaygatch, rappelle par sa constitution géologique, plutôt la chaîne de Timan, dont elle partage la direction et qui a été décrite par M. Keyserling, que celle des monts Oural. J'ajouterai que le Pay-Khay, de même que le Timan, ne se joint pas tout à fait à l'Oural, mais qu'il en est séparé par une vallée marécageuse très basse, de 45 verstes de largeur.

» Dans la partie méridionale de l'Oural, M. Naschel vient de faire des découvertes assez importantes, que voici en peu de mots. Il a trouvé des couches à *Cardium edule*, et une coquille que je ne puis pas distinguer de la *Turritella triplicata*, à une distance au moins de 200 à 250 verstes au nord du lac Aral. Feu M. Lehmann a vu de pareilles couches, mais plus récentes encore, car elles ne contiennent que le *Mytilus polymorphus*, le *Cardium edule*, etc., à une distance de 80 verstes à l'est de l'Aral. Ces deux faits prouvent incontestablement que ce lac, dans une époque très rapprochée de la nôtre, a eu en réalité une étendue beaucoup plus considérable qu'il n'a maintenant. Quant au vaste plateau Oust-Ourt, entre la mer Caspienne et l'Aral, il n'y a plus de doute que toute sa base, au moins sur le versant N., ne soit formée par des couches de craie et de grès vert. Je possède aussi du grès vert des embouchures de la rivière Syr-Darya. Le terrain crétacé reparaît encore sur les flancs de la chaîne Karatau, dans la presqu'île Mangyschlak, sur la côte orientale de la Caspienne. Le centre de la chaîne est composé d'ardoises, de calcaires noirs à couches brusquement redressées; les couches crétacées, au contraire, sont horizontales et

forment deux chaînons parallèles à la chaîne centrale. Les ardoises et calcaires sont évidemment d'un âge très reculé. Il est intéressant de voir des couches aussi anciennes au milieu du bassin Aralo-Caspien, que dans ces derniers temps on croyait tout entier pliocène.

» Je vous prie d'avoir la bonté de présenter à la Société géologique les brochures que je joins à cette lettre. Je m'occupe maintenant de la rédaction du voyage que M. Naschel a fait en 1847 dans les steppes des Kirghiz, entre Orskaia et l'Aral. Le voyage à Boukhara et Samarkand, de feu M. Lehmann, paraîtra dans le courant de cette année ; l'ouvrage est également rédigé par moi et presque fini. Il ne reste que la partie statistique sur le royaume de Boukhara et la partie paléontologique. »

M. Hébert demande si la présence de la *Turritella triplicata*, que l'on n'a point encore trouvée dans les terrains quaternaires associée au *Cardium edule*, ne semblerait point indiquer l'existence du terrain pliocène dans cette contrée.

M. Boubée reconnaît là, au contraire, tous les caractères des terrains quaternaires. Il est convaincu que beaucoup de dépôts considérés comme pliocènes seront réunis au terrain quaternaire. C'est ainsi que les couches pliocènes de Perpignan sont, d'après lui, postérieures au terrain diluvien proprement dit.

L'existence, signalée par M. Helmersen, d'un grand lac dont les eaux, venant à diminuer, ont abandonné un dépôt récent et des fossiles, est un fait général dont on peut citer une foule d'exemples sur le rivage de presque toutes les mers, en France, Saint-Michel-en-l'Herme, etc., et qui, joint aux caractères des vallées à plusieurs étages, démontre qu'à cette époque la quantité des eaux qui coulaient à la surface du globe était beaucoup plus considérable qu'elle ne l'est aujourd'hui.

M. Boubée se plaint de ce que les géologues n'attachent pas à cette diminution des eaux l'importance que mérite un fait semblable, et qu'il croit avoir démontré le premier.

M. Constant Prévost repousse le reproche adressé aux géologues par M. Boubée. Depuis longtemps on sait que les vallées actuelles ont été plus remplies qu'aujourd'hui ; on a cité depuis longtemps des vallées à plusieurs étages. C'est même un argu-

ment dont on s'est servi pour prouver que les eaux atteignaient un niveau plus élevé, lorsque déjà le sol avait acquis son relief actuel. Le seul point sur lequel il n'y aurait pas accord entre les géologues et M. Boubée, c'est que ce fait dût nécessairement indiquer une disparition des eaux.

M. le professeur Favre communique, d'après une lettre de M. Morlot, de Vienne, quelques détails sur les *Tableaux physionomiques de la végétation des diverses périodes du monde primitif*, par le professeur Unger, de Graetz, en Styrie.

Ces tableaux, au nombre de quatorze, représentent la série des changements par lesquels la surface de la terre a passé, la première apparition des êtres organisés jusqu'à la création de l'homme.

Deux de ces tableaux, envoyés comme spécimens, sont mis sous les yeux de la Société.

M. Daubeny annonce, à propos de cette communication, que, pour vérifier la possibilité d'une atmosphère surchargée d'acide carbonique à l'époque houillère, il a réussi à faire végéter des fougères et des reptiles dans un air contenant 5 pour 100 de ce gaz.

Le même membre annonce qu'une Société de géologues se propose de louer un bateau à vapeur pour visiter l'Islande, et fait appel aux géologues français qui seraient désireux de se joindre à cette expédition. On quitterait l'Angleterre dans le milieu de juin 1850, et l'on reviendrait à Édimbourg, au mois d'août, pour assister à la séance annuelle de l'Association pour l'avancement des sciences.

M. Michelin fait hommage, au nom de M. Anatole Lagrenée, capitaine du génie, de quelques minéraux et fossiles de l'Algérie, avec un catalogue correspondant.

M. Damour fait la communication suivante :

Analyses de plusieurs feldspaths et roches volcaniques de l'Islande, par M. A. Damour.

Les analyses que j'ai l'honneur de présenter à la Société géologique ont pour objet l'examen de matières minérales recueillies en Islande par M. Descloizeaux ; elles se rattacheront à un mémoire

que ce minéralogiste se propose de publier, par suite des observations qu'il a faites dans cette contrée volcanique.

Les substances dont j'ai étudié la composition et les principaux caractères sont les suivantes :

1° Une lave compacte, provenant d'une coulée sortie en 1845 à la base d'un des cratères de l'Hekla ;

2° Un trapp recueilli dans un ravin où se trouve le gisement du spath calcaire limpide, connu sous le nom de spath d'Islande (baie d'Eskifjord, côte est de l'Islande) ;

3° Un feldspath *anorthite*, disséminé dans une lave bulleuse formant une coulée de 15 à 20 lieues d'étendue, au bord de la rivière de Thjorsâ, et paraissant être sortie du côté nord de l'Hekla ;

4° Un feldspath *labrador*, de couleur jaunâtre, disséminé en cristaux dans une roche trappéenne, formant des blocs au milieu d'une plaine traversée par une roche basaltique qui forme des dykes. Cette localité, nommée Diupavog, est située sur la côte est, au mouillage de Berufjord ;

5° Un feldspath *albite* engagé dans une phonolithe qui forme des pitons à Laugafiall, près le grand Geyser.

La marche suivie dans ces analyses est conforme aux méthodes généralement usitées pour l'examen des laves et des substances feldspathiques ; je n'entrerai donc pas dans beaucoup de détails sur ce sujet.

La matière minérale, réduite en poudre fine, était traitée par l'acide chlorhydrique, à froid d'abord, et ensuite au degré de l'ébullition. On dissolvait ainsi une notable proportion de la matière employée. La partie dissoute consistait en oxyde de fer, chaux, magnésie, soude, potasse, acide titanique, avec une très faible quantité d'alumine. Une proportion notable de silice combinée avec les bases précédentes était mise en liberté ; on la séparait de la matière insoluble au moyen d'une lessive de soude caustique.

La partie inattaquée par l'acide chlorhydrique était ensuite fondue avec le carbonate de soude. On séparait successivement, par les procédés ordinaires, la silice, l'alumine, l'oxyde de fer, la chaux et la magnésie. La soude et la potasse étaient dosées sur une quantité de matière attaquée séparément au moyen de l'acide fluorhydrique.

Lave de 1845.

Cette lave, à sa sortie du cratère, se montre en masses spongieuses scoriacées, de couleur noire : à une certaine distance du point d'éruption, elle forme des coulées massives très compactes.

Elle contient par places, mais en très faible quantité, une matière feldspathique vitreuse, blanche, aisément attaquable par les acides et qui présente tous les caractères de l'anorthite. Je n'ai pu en réunir une suffisante quantité pour en faire une analyse complète. La lave, réduite en fragments minces, devient translucide et gris blanchâtre sur les bords. Elle raie fortement le verre et attire facilement le barreau aimanté. Sa densité, à la température de 18 degrés centigrades, s'est trouvée égale à 2,833. Elle fond sans difficulté en verre noir à la flamme du chalumeau ; la calcination ne lui fait perdre que 0gr,0007 sur 1 gramme. L'acide chlorhydrique l'attaque en partie, lui enlève sa couleur noire et laisse un résidu gris clair.

Les résultats de l'analyse ont été obtenus ainsi qu'il suit :

Partie attaquée par l'acide chlorhydrique, = 0,3325.	Silice	0,1661
	Acide titanique	0,0124
	Alumine	0,0046
	Oxyde ferreux	0,1008
	Chaux	0,0244
	Magnésie	0,0121
	Soude	0,0099
	Potasse	0,0045
	Matières volatiles	0,0007
Partie inattaquée par l'acide chlorhydrique, = 0,6492.	Silice	0,3815
	Acide titanique	0,0048
	Alumine	0,1345
	Oxyde ferreux	0,0553
	Chaux	0,0399
	Magnésie	0,0014
	Soude	0,0242
	Potasse	0,0076
		0,9817

En réunissant les éléments de même nature qui sont exposés ci-dessus, on trouve :

Silice	0,5476
Acide titanique	0,0172
Alumine	0,1361
Oxyde ferreux	0,1560
Chaux	0,0644
Magnésie	0,0135
Soude	0,0341
Potasse	0,0121
Matières volatiles	0,0007
	0,9817

M. Genth, qui a présenté une analyse de cette lave (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LXVI, p. 13), a trouvé qu'elle contenait :

Silice.	0,5668
Alumine.	0,1493
Oxyde ferreux. . . .	0,1335
Chaux.	0,0641
Magnésie	0,0410
Soude.	0,0346
Potasse	0.0107
Traces de cobalt, nickel et manganèse.	
	1,0000

Ces résultats ne diffèrent pas très notablement de ceux que j'ai obtenus. M. Genth trouve un peu plus de silice (environ 2 p. 100); mais il ne fait pas mention de l'acide titanique que j'ai trouvé en quantité très appréciable, et qu'il a pu doser en même temps que la silice sans en reconnaître la présence. J'ai lieu de m'étonner toutefois que M. Genth déclare cette lave complétement insoluble dans l'acide chlorhydrique, lorsque de mon côté j'ai pu l'attaquer aisément au moyen de cet acide et séparer environ le tiers des éléments qui la constituent. Je ferai remarquer ici que l'alumine qui entre en quantité notable dans cette lave n'est pas attaquée par l'acide, et qu'elle reste combinée à la partie insoluble.

Trapp de la baie d'Eskifjord.

Cette roche se montre en masses compactes, de couleur noire, se délitant en feuillets à la manière des schistes ardoisiers; elle raie le verre, elle attire la barre aimanté. Sa densité, à la température de plus de 14 degrés centigrades, s'élève à 2,638. Elle fond sur les bords, mais assez difficilement, à la flamme du chalumeau. Chauffée dans le tube, elle laisse dégager une faible proportion d'eau. L'acide chlorhydrique l'attaque en partie, lui enlève la couleur noire et laisse un résidu grisâtre.

L'analyse a donné :

Partie attaquée par l'acide chlorhydrique, = 0,2539.	Silice	0,1348
	Acide titanique	0,0080
	Oxyde ferreux	0,0849
	Chaux	0,0063
	Magnésie	0,0045
	Potasse	0,0075
	Eau	0,0109
Partie inattaquée par l'acide chlorhydrique, = 0,7413.	Silice	0,5110
	Alumine	0,1225
	Oxyde ferreux	0,0294
	Chaux	0,0256
	Soude	0,0476
	Potasse	0,0052
		0,9952

Réunissant les éléments de même nature, on trouve que la roche contient :

Silice	0,6428
Acide titanique	0,0080
Alumine	0,1225
Oxyde ferreux	0,1143
Chaux	0,0319
Magnésie	0,0045
Soude	0,0476
Potasse	0,0127
Eau	0,0109
	0,9952

On voit que cette roche, formée des mêmes éléments que la lave de 1845, renferme une proportion de silice beaucoup plus considérable. On peut remarquer encore que l'alumine qu'elle contient reste unie à la partie inattaquée par l'acide chlorhydrique.

Anorthite engagée dans la lave de la Thjorsâ.

Cette substance feldspathique est répartie abondamment dans la lave de la Thjorsâ ; elle se montre en grains vitreux blancs et transparents, fendillés, ne montrant aucune forme cristalline régulière. A la température de plus de 15 degrés centigrades, j'ai trouvé sa densité égale à 2,75. Elle est fusible en émail blanc. Elle s'attaque aisément par l'acide chlorhydrique qui dissout l'alumine, la chaux, la soude, et laisse de la silice en poudre blanche, mélangée

d'une petite quantité de matière insoluble qui m'a paru appartenir au pyroxène.

La moyenne des deux analyses a donné :

		Oxygène	Rapports
Silice	0,4597	=	0,2388	4
Alumine	0,3328	=	0,1554	2
Chaux	0,1721	= 0,0483	0,0530	1
Soude	0,0185	= 0,0047		
Oxyde ferrique	0,0112			
Pyroxène mélangé	0,0069			
	1,0012			

Cette analyse s'accorde avec celle que M. Forchhammer avait déjà publiée sur la même substance (*Journal für praktical Chemie*, XXX, p. 385).

Mt Genth en a récemment publié une nouvelle analyse, qui présente des résultats différents.

Ce chimiste a trouvé :

		Oxygène	
Silice	0,4875	=	0,2533
Alumine	0,3059	= 0,1430	0,1475
Oxyde ferrique	0,0150	= 0,0045	
Chaux	0,1722	= 0,0490	0,0567
Magnésie	0,0097	= 0,0038	
Soude	0,0113	= 0,0029	
Potasse	0,0062	= 0,0010	
	1,0078		

Ces résultats ont conduit M. Genth à assigner à ce minéral une formule compliquée, et à l'ériger en espèce distincte à laquelle il donne le nom de *Thjorsauite*. Son erreur a pu provenir de la méthode d'analyse qu'il a suivie, ou plutôt d'un mélange de pyroxène et de péridot qui se trouvent associés au minéral, et qu'il n'aura probablement pas séparé de la matière soumise à la décomposition. Du reste, je ne puis encore m'expliquer que M. Genth ait présenté comme inattaquable par les acides la lave de Thjorsâ qui renferme en abondance cette même substance feldspathique si facilement décomposable par l'acide chlorhydrique.

Labradorite dans un basalte altéré, près du mouillage de Berufjord, côte est d'Islande.

Ce labradorite se montre en cristaux aplatis disséminés dans un

basalte qui paraît avoir subi un commencement de décomposition. Les cristaux sont transparents, de couleur jaunâtre, fendillés en différents sens et tellement fragiles, que nous n'avons pu, M. Descloiseaux et moi, en isoler d'assez complets pour mesurer leurs angles. Les fragments cristallins se séparent aisément de la roche qui les renferme. La densité de cette substance s'est trouvée égale, en moyenne, à 2,709 à la température de plus de 16 degrés centigrades. Elle raie le verre, fond au chalumeau en émail blanc, ne perd pas de son poids par la calcination et se laisse attaquer par l'acide chlorhydrique qui dissout les bases en abandonnant de la silice à l'état de poudre légère.

L'analyse a donné :

			Oxygène.		Rapports.
Silice.	0,5247	=		0,2710	— 6
Alumine.	0,2922	=		0,1364	— 3
Chaux.	0,1311	=	0,0368	0,0455	— 1
Soude.	0,0340	=	0,0087		
Oxyde ferrique.	0,0190				
	0,9980				

Ces résultats s'expriment bien par la formule ordinaire du labradorite :

$$(Ca, Na), + Al + 2 Si.$$

Albite extrait d'un phonolithe de Laugafiall, près le grand Geyser.

La roche qui renferme ce feldspath est très compacte et empâte tellement les cristaux, qu'il est difficile de les reconnaître à la première vue. Mais, comme elle se laisse attaquer par l'acide chlorhydrique, on peut en dégager ainsi l'élément feldspathique insoluble dans l'acide. On opère le triage de cette substance en s'aidant d'une loupe : elle m'a paru présenter tous les caractères de l'albite ; l'analyse ne me paraît, du reste, laisser aucun doute sur sa nature.

Je l'ai trouvé composé ainsi qu'il suit :

			Oxygène.		Rapports.
Silice.	0,6654	=		0,3456	— 12
Alumine.	0,1901	=		0,0887	— 3
Chaux.	0,0084	=	0,0023	0,0295	— 1
Soude.	0,0963	=	0.0246		
Potasse.	0,0152	=	0,0026		
Oxyde ferrique.	0,0143				
	0,9897				

Ces résultats peuvent s'exprimer par la formule :

$$(\dot{N}, \dot{K}, \dot{C}a) + \dddot{A}l + 4\,\ddddot{S}i,$$

qui est celle de l'albite.

Les considérations géologiques qui se rattachent aux analyses que je viens d'exposer seront énoncées dans le mémoire de M. Descloiseaux.

M. Deville rappelle qu'il a déjà signalé dans les roches de Saint-Eustache, aux Antilles, la présence de l'anorthite que M. Damour a trouvée dans une des laves dont il vient de communiquer l'analyse.

Le Secrétaire donne lecture des deux notes suivantes :

Observations critiques sur une note de M. Raulin, intitulée : Quelques mots encore sur le terrain à Nummulites (1), par M. A. Leymerie.

En lisant la note publiée par M. V. Raulin dans le dernier numéro du *Bulletin*, qui ne croirait que la question si controversée du terrain à Nummulites pyrénéen est et doit rester complétement résolue? M. Raulin n'a fait que traverser les Corbières, et il en a parfaitement saisi la structure. Bien plus, cette rapide excursion lui suffit pour faire cesser toute difficulté sur la classification des terrains pyrénéens supérieurs dans toute l'étendue de la chaîne. Ainsi il avance, comme une chose définitivement établie, que le *terrain à Nummulites* des Pyrénées se divise en deux parties, dont l'une, la partie inférieure, appartiendrait à la *craie proprement dite*, tandis que la partie supérieure représenterait le *T. tertiaire éocène* du Nord. Se reportant ensuite, *par la pensée*, jusqu'au faîte de ces montagnes, il ne voit que de la craie dans le Mont-Perdu, et se trouve ramené à placer le soulèvement pyrénéen entre la période crétacée et la période tertiaire. Dès lors, tout rentre naturellement dans le cadre établi d'après les études faites aux environs de Paris et de Londres, et il devient évident que la Providence a prédestiné ces deux points, sans doute pour la plus grande commodité de leurs heureux habitants, à offrir le résumé classique de tous les terrains du globe.

(1) *Bulletin de la Soc. géol.*, p. 531, t. VI, 2e série.

D'après cela, je crains bien d'être mal accueilli en venant opposer des doutes à des assertions si normales et si rassurantes ; cependant je suis, en quelque sorte obligé de le faire sous peine de paraître passer condamnation sur certaines conclusions qui tendent à démolir, sans trop de façons, mes travaux sur le sujet dont il s'agit.

Je commence par dire que mes observations ne porteront pas sur la division des terrains des basses Corbières en deux étages, dont l'un, le plus inférieur, se composerait essentiellement de calcaires, tandis que l'autre serait principalement marneux. J'admets que ces deux étages, entre lesquels il peut même exister des discordances de stratification, diffèrent beaucoup par l'ensemble de leurs fossiles, et que c'est presque exclusivement dans le deuxième que se trouvent les coquilles éocènes si souvent citées. Je suis d'autant plus porté à reconnaître ce fait, que je l'avais moi-même indiqué, pour deux points au moins, dans mon mémoire sur le terrain à Nummulites des Corbières et de la Montagne-Noire. Toutefois, je suis loin d'en réclamer la priorité ; elle appartient, à bon droit, à M. Tallavignes qui a traité spécialement ce sujet dans un travail dont, j'ai quelque raison de le croire, M. Raulin connaissait le résultat, lorsqu'il distingua *du premier coup d'œil* les deux étages en question en se rendant de Sigean à Carcassonne (1).

Ma critique ne portera donc point sur le fait de la division en deux étages du terrain nummulitique des Corbières, mais seule-

(1) Dans le court séjour que je fis dans les Corbières en 1844, je m'occupai fort peu de stratigraphie. Mon but principal était, ainsi que je le dis dans mon mémoire, de limiter approximativement sur la carte la masse du terrain à Nummulites et d'y recueillir des fossiles qui devaient servir de base à un travail presque exclusivement paléontologique. Le détail stratigraphique restait à faire, et c'est à mon invitation que M. Tallavignes, dont la très honorable famille habite ces contrées, se détermina à s'en occuper. A peu près au courant de la question générale par mes leçons, par des entretiens particuliers, dont je profitai pour vaincre en lui une répugnance marquée pour l'étude des fossiles, enfin par des courses que nous fîmes ensemble dans la Haute-Garonne ; doué d'ailleurs d'une sagacité peu commune et d'une véritable ardeur, il était bien propre à s'acquitter avec honneur de cette tâche, et je n'aurais ici qu'à me féliciter d'avoir contribué à ce résultat, si M. Tallavignes s'était borné, dans son travail, à des vues en rapport avec l'étendue du champ de ses observations. En voulant conclure, comme il l'a fait, du particulier au général, il courait le risque de se tromper, et je regrette d'avoir ici à relever quelques unes de ses erreurs.

ment sur l'importance très exagérée que les géologues que je viens de nommer ont attribuée à cette division, et sur la prétention de faire de ces subdivisions deux systèmes distincts auxquels les Pyrénées entières se trouveraient subordonnées.

Pour moi, ces deux étages dépendent toujours d'un grand ensemble (*terrain épicrétacé*), qui seul peut être considéré comme un type général, au moins pour les Pyrénées. A la vérité, il arrive dans les Corbières que la partie supérieure de ce terrain se trouve assez nettement séparée et offre des caractères *éocènes* assez prononcés pour qu'on puisse la considérer et la qualifier comme tertiaire; mais le nom d'*épicrétacé* ne doit pas pour cela disparaître, et, dans tous les cas, la partie inférieure du type (*système alaricien* de M. Tallavignes) reste toujours spécialement susceptible de cette dénomination. M. Raulin trouve tout simple de rapporter à la craie cet étage d'Alaric; mais il ne peut appuyer cette assimilation sur aucune raison. Il y a, au contraire, de puissants motifs pour la faire repousser. En effet, non seulement les couches d'Alaric ne renferment pas de fossiles crétacés, mais ils offrent des espèces de la Montagne-Noire, la *Terebratula Montolerensis*, par exemple; et plusieurs de ces couches sont pétries de *Nummulites* et d'*Alvéolines*, identiques avec celles qui caractérisent cette bande latérale de l'*épicrétacé*. J'ajouterai même, à cette occasion, que je considère toujours les couches qui constituent ce gîte de la Montagne-Noire comme le prolongement des couches supérieures repliées d'Alaric. Or il existe dans les premières couches un nombre assez considérable de fossiles éocènes, pour que M. Tallavignes ait cru devoir les regarder à tort, suivant moi, comme un facies calcaire de son type *Ibérien*. D'autre part, la craie proprement dite est représentée, dans les Corbières, par les calcaires à *Hippurites* et par les couches qui leur sont immédiatement superposées (1), dépôt qui n'a aucun rapport avec le terrain alaricien; et, de plus, celui-ci paraît jouer dans la partie nord des Corbières et sur le versant sud de la Montagne-Noire, ainsi que je l'ai fait remarquer dans mon mémoire, le rôle d'une formation indépendante relativement au terrain crétacé incontestable.

D'après cela, que doit-on penser du rapprochement proposé par M. Raulin, entre le terrain d'Alaric et celui de Saint-Marcet

(1) J'établis ce point important dans mon Mémoire sur la craie de Mouléon et de Gensac, en ce moment sous les yeux de la Société. (*Voy.* l'extrait inséré dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1er semestre de 1849, page 738.)

(Haute-Garonne), qui représente évidemment les couches à Hippurites des Corbières (1)?

J'admettrais plutôt le parallèle avec les marnes à Térébratules de M. Delbos, qui correspondent aux couches marneuses bleuâtres de la côte des Basques à Biaritz; mais ces couches sont justement celles qui, n'étant caractérisées ni comme tertiaires ni comme crétacées, se trouvant vers la limite des deux formations, constituent essentiellement ce type encore assez indéterminé auquel j'applique le nom d'*épicrétacé* (2).

M. Raulin, qui a passé à Aurignac (Haute-Garonne) comme à Saint-Marcet, en revenant de ses courses dans le plateau de Launé-Mezan, ayant trouvé un *Cerithium semicoronatum*? de Biaritz (je me permets de mettre ici un point de doute, connaissant l'état des univalves qu'on peut trouver à Aurignac), s'est cru dès lors suffisamment autorisé à conclure que les couches de cette localité appartiennent bien certainement au système ibérien, c'est-à-dire au terrain tertiaire. J'ai séjourné à différentes époques à Aurignac; j'y ai rassemblé une suite de fossiles assez nombreuse qui offre si peu d'analogie avec les faunes de l'Aude, que je n'oserais pas proposer définitivement un rapprochement trop absolu. Je croirais assez, cependant, que ce terrain correspond au système du mont Alaric, en y comprenant toutefois le gîte de la Montagne-Noire. Ce qu'il y a de certain, c'est que dans la partie supérieure de ce gîte d'Aurignac, il est des couches pétries de petites Nummulites qui se rapportent aux *N. globulus* et *N. Ramondi*, Defr., et d'autres où pullule, comme à Moussoulens dans la Montagne-Noire et au mont Alaric, l'*Alveolina subpyrenaica* (3).

Quant au terrain qui constitue le cirque de Gavarnie et le Mont-Perdu, je puis en donner des nouvelles toutes fraîches à M. Rau-

---

(1) Les Hippurites des bains de Rennes (Corbières) ne se montrent pas, il est vrai, à Saint-Marcet; mais elles s'y trouvent représentées par la *Spherulites Ponsiana*, d'Archiac, qui forme, dans la Haute-Garonne, un horizon remarquable à la *partie supérieure* de ce type.

(2) J'ai conçu cette opinion, non pas sur la lecture de notes et de mémoires, mais sur des observations détaillées, faites sur les lieux en 1846. J'aurais pu, à cette époque, grossir le *Bulletin* d'une note sur ces contrées; mais, ayant reconnu l'exactitude des faits observés par M. Delbos, j'ai mieux aimé m'abstenir pour le moment, me réservant d'ailleurs d'utiliser mes observations propres dans un travail général dont je m'occupe.

(3) Ces couches à *Nummulites* et *Alvéolines* se prolongent dans toute la Haute-Garonne, par Mancioux et Saint-Michel.

lin, puisque je les ai étudiées en août dernier avec quelque soin, et je suis fâché d'avoir à lui dire que ses vues à l'égard de ces célèbres localités ne sont pas mieux fondées que les précédentes. J'ai fait le tour du massif du Marboré et du Mont-Perdu, en partant du cirque de Gavarnie et de la brèche de Roland, pour revenir par le port de la Canau ; chemin faisant, j'ai fait l'ascension du Mont-Perdu, et je puis assurer, ainsi que M. Dufrénoy l'avait d'ailleurs reconnu il y a longtemps, qu'il y a dans cet ensemble si remarquable, deux systèmes, dont l'un, celui du cirque de Gavarnie, est caractérisé par l'*Ostrea larva*, l'*Ananchytes ovata*, l'*Ostrea vesicularis*, et des Orbitolites dont la plupart paraissent se rapporter à l'*Orbitolites socialis*, Nob. et à l'*O. secans*, Nob. (1). C'est évidemment la *craie* de Gensac, de Monléon et de Saint-Marcet (*système à Hippurites* des Corbières). L'autre système, constamment supérieur au premier, qui constitue essentiellement le Mont-Perdu lui-même, n'offre que de petites Nummulites que je viens d'examiner avec un soin minutieux, et dont l'identité avec celles d'Aurignac m'a paru incontestable. Ici, comme dans les belles montagnes de la Haute-Garonne, ces Nummulites appartiennent à deux espèces, dont l'une, la plus abondante, assez plate et n'ayant que 2 à 3 millimètres de diamètre, ne peut être que l'espèce que M. Defrance a indiquée, sans description ni figure, comme étant abondante au Mont-Perdu, et qu'il a nommée *N. Ramondi*. La seconde espèce, très reconnaissable à sa plus grande convexité et aux enveloppes successives bien distinctes que montre la section transversale, n'est autre chose que la *N. globulus*, si abondante dans la Montagne-Noire. A ces caractères, il est impossible de se refuser à voir dans ces couches du Mont-Perdu, celles d'*Aurignac*, de *Mancioux*, de *Saint-Michel* (Haute-Garonne). C'est donc un véritable terrain épicrétacé dans lequel je crois qu'il serait difficile de distinguer les types alaricien et ibérien. J'ajouterai qu'entre le système de Gavarnie à fossiles crayeux et à Orbitolites et celui à Nummulites du Mont-Perdu, existent des calcaires blanchâtres renfermant çà et là des myriades de *Nummulites* plus grandes que les précédentes (peut-être *N. aticica*, var. *minor*), et même des *Alvéolines* qu'il est impossible de distinguer de celles de la Montagne-

(1) Dans ce système, il y a aussi des Rudistes. M. Dufrénoy y a cité des *Sphérulites*. M. Vène, depuis, y a indiqué des *Hippurites* en plusieurs endroits, et j'ai vu moi-même un gisement très curieux d'*Hippurites bioculata* au fond de la vallée de Héas.

Noire, d'Aurignac, etc. (1). Je dirai encore qu'avant de descendre au fond de la vallée de Pinède, dont les parois abruptes et d'une hauteur immense sont presque entièrement formées par les couches à *Ostrea larva* et à *Orbitolites*, ayant eu à traverser un cirque (*Los Gargantos*), j'ai vu très clairement ces couches crétacées s'enchevêtrer, vers leur partie supérieure, avec les calcaires blancs à Nummulites (2).

Tout ceci n'est pas net, normal, comme la note de M. Raulin; mais *c'est vrai*, et, pour moi, la vérité est tout : j'ajouterai même que la conscience de l'avoir quelquefois rencontrée, et l'espoir de la rencontrer encore, suffiraient, au défaut de l'approbation immédiate des géologues, pour m'exciter et me soutenir au milieu des longues études que j'ai entreprises pour contribuer à une bonne histoire géognostique des Pyrénées.

En présence des faits qui viennent d'être exposés, le nouveau point de vue duquel M. Raulin envisage le soulèvement des Pyrénées tombe de lui-même. L'époque de ce grand évènement géologique reste ce qu'elle était avant les deux remaniements de notre confrère, c'est-à-dire immédiatement postérieure au dépôt du terrain à Nummulites considéré dans son ensemble. Toute la chaîne pyrénéenne témoigne hautement de ce fait, et puisque M. Raulin est passé à Aurignac, il a pu voir que dans cette localité, les couches qu'il considère cependant comme éocènes y

---

(1) *Voy.* une note insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1849 (2e semestre), page 308.

(2) Je fis cette observation dans une circonstance telle qu'elle a dû me frapper. Le cirque des Gargantos est absolument à pic du côté du nord, par lequel il me fallait nécessairement descendre. J'avais passé, sans trop de difficulté, la partie supérieure composée, en grande partie, d'un calcaire marneux, jaune brunâtre clair, avec *Ostrea larva*, *Orbitolites*, etc., lorsque je me trouvai en présence d'une paroi verticale de calcaire blanc. Je m'y engageai à l'aide de quelques petites inégalités auxquelles je fus bientôt obligé de me cramponner pour ne pas tomber dans un précipice épouvantable. C'est dans cette position critique, le nez appliqué sur le rocher, que je vis se dessiner à mes yeux les plus jolies sections de Nummulites (*N. atacica*, petite?) qu'il soit possible de désirer.

Les couches n'étant pas très fortement inclinées en cet endroit, je ne pouvais guère me tromper dans l'appréciation de la position respective des deux sortes de calcaires. Je vis d'ailleurs se confirmer cet enchevêtrement des couches crétacées et des couches à Nummulites, lorsque, placé du côté opposé du cirque, après l'avoir traversé, je pus jeter un coup d'œil général sur la paroi que je venais de descendre.

sont tout aussi redressées que la craie à Orbitolites de Saint-Marcet, tandis que le terrain tertiaire miocène sous-pyrénéen repose près de là sous ces mêmes couches en stratification horizontale (1).

La prétention d'introduire dans nos contrées le soulèvement du Sancerrois s'explique par un peu d'amour paternel; je ne m'arrêterai pas à la combattre. Je me contente-moi de faire observer d'une manière générale que si l'on était fondé à établir des rapprochement de ce genre chaque fois que l'on rencontre une nouvelle direction dans ces contrées pyrénéennes, il est peu de systèmes établis ou à établir que l'on ne pût y retrouver. Qui ne sait, au reste, que l'inclinaison du terrain tertiaire miocène dans la partie orientale des Pyrénées et à la base de la Montagne-Noire est partagée même par les dépôts subapennins qui couvrent le pied du Canigou, et qu'elle date par conséquent d'une époque très récente.

Il me reste à justifier de l'emploi que je continue de faire de l'expression d'*épicrétacé* que M. Raulin tient tant à *bannir de la science*. Je commence par prévenir que je la prends presque toujours dans un sens pratique, non pas que j'aie renoncé aux idées théoriques que j'ai émises en la proposant pour la première fois; mais enfin elle peut en être séparée sans inconvénient, et l'on peut la considérer tout simplement comme un nom commode et qui exprime bien la position de ces couches indéterminées qui gisent entre la craie et le terrain tertiaire incontestables. Les observations de M. Tallavignes dans les Corbières ne sont nullement incompatibles avec l'emploi de ce nom; seulement, comme il paraît certain que la partie marneuse que ce géologue a séparée du groupe

(1) Dans son mémoire sur le terrain tertiaire de l'Aquitaine, où M. Raulin se met à disséquer notre dépôt sous-pyrénéen en étages et assises dont nous aurons plus tard à discuter la réalité, ce géologue se trouve forcément amené à voir du terrain tertiaire éocène dans les couches inférieures de ce terrain de comblement. Or, d'un autre côté, nous avons vu qu'il regarde aussi comme éocène la partie supérieure du terrain nummulitique de l'Aude et même les couches d'Aurignac. Il y aurait donc alors identité entre des couches d'eau douce, évidemment post-pyrénéennes, et une assise marine très inclinée par l'effet du soulèvement des Pyrénées, ou bien le terrain tertiaire se trouverait divisé, dans nos contrées, en deux assises, l'une d'eau douce et l'autre marine, entre lesquelles il faudrait placer ce soulèvement. Ce serait une troisième modification de l'opinion de M. Raulin sur ce phénomène fondamental.

d'Alaric, doit être rapportée au terrain tertiaire (1), on pourra réserver spécialement pour ce groupe inférieur lui-même la dénomination d'*épicrétacé*. Partout même où l'on parviendra à opérer ce point de départ, il sera possible de restreindre la signification de ce nom comme je viens de l'indiquer, sans toutefois renoncer pour cela au sens général. Si l'on arrivait un jour à une division de ce genre pour toute la chaîne des Pyrénées, il en résulterait que l'épithète d'*épicrétacé* ne serait plus nécessaire que pour la partie inférieure du type que j'avais primitivement considérée; et, dans ce cas, ce nom serait exclusivement propre au bassin méditerranéen, puisque le type restreint auquel il s'appliquerait correspondrait exactement à la lacune que M. Élie de Beaumont a signalée, dans le Nord, entre le T. crétacé et le T. tertiaire. Je désire sincèrement, sans beaucoup l'espérer, qu'un pareil état de choses puisse s'établir. En attendant, l'expression dont il s'agit devra conserver une signification vague comme la chose qu'elle représente, et c'est même cette faculté qu'elle possède de pouvoir se prêter ainsi aux modifications successives que les observations peuvent ou pourront faire subir au type qu'elle représente, qui constitue son principal mérite. Le nom de *T. à Nummulites* est très inférieur sous ce rapport; il a du reste le défaut d'être employé pour des terrains où les Nummulites peuvent manquer absolument, et de convenir également à des couches parisiennes dont la contemporanéité avec celles de notre type est encore un sujet de discussion.

La dénomination de *T. pyrénéens supérieurs* que j'ai employée dans ma note sur les *gîtes salifères des Pyrénées* n'exclut pas celle d'*épicrétacé*. C'est un nom général dont je me sers maintenant pour tous les terrains relevés par le soulèvement pyrénéen depuis l'époque crétacée jusqu'à la période épicrétacée inclusivement. Peut-être y comprendrai-je le T. jurassique?

Les noms proposés par M. Tallavignes ne conviennent sous aucun rapport. En effet, dans quel cas le nom d'une région peut-il être avantageusement appliqué à un terrain? N'est-ce pas quand ce terrain, très caractérisé dans le pays adopté comme point de départ, peut être reconnu et suivi, à l'aide de ces caractères mêmes, hors de ce pays jusqu'à une grande distance? Les nom de *silurien*,

(1) En faisant ici cette concession d'une manière si absolue, je vais peut-être trop loin dans le sens de mes adversaires; car j'ai de fortes raisons de penser que le terrain à Nummulites de la Montagne-Noire, si riche en fossiles éocènes, n'est géologiquement qu'une dépendance du Mont-Alaric.

de *dévonien*, de *sub-apennin*, par exemple, réunissent à un haut degré ces conditions ; mais il n'en est pas de même pour ceux qui nous occupent en ce moment. Le type emprunté à la petite montagne d'*Alaric* ne s'étend presque pas au delà des Corbières, et l'on a pu voir que les quelques rapprochements que nous avons pu citer dans cette note n'étaient basés que sur des conjectures empruntées à la stratigraphie, et non aux fossiles ni aux caractères pétrographiques. Quant au nom d'*Ibérien*, outre qu'il ne devrait se rapporter, par sa signification propre, qu'à une région espagnole, il est loin de convenir géologiquement ni à l'ensemble ni à la partie la plus remarquable du pays Basque ou des Landes, puisqu'il y a là du terrain crétacé et du terrain indéterminé (épicrétacé) qui jouent un rôle important, et que, d'autre part, la partie réellement *éocène* de cette région ressemble fort peu à celle que M. Tallavignes appelle *Ibérienne* dans les Corbières.

Séance du 21 janvier 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Ch. Deville, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants;* décembre 1849.

De la part de M. Delesse, *Recherches sur le porphyre quartzifère* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI. — 1849), in-8, 16 p.

De la part de M. Le Blanc, *Cours de topographie, professé à l'École polytechnique*, 1848-1849 : 1re année d'études, 2e division, trois leçons; 2e année d'études, 1re division, 1re leçon; 21 planches.

De la part de M. Alcide d'Orbigny, *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés, faisant suite au Cours élémentaire de paléontologie*

et de Géologie stratigraphiques, Ier vol., in-12, LX et 394 p. — Paris, 1850, chez Victor Masson.

De la part de M. Constant Prévost, *Transactions of the geological Society of London*, 1er sér., 5 vol., in-4. Londres, 1811 à 1821.

De la part de M. Thurmann, *Essai de phytostatique appliquée à la chaîne du Jura et aux contrées voisines*, 2 vol. in-8, 444 et 373 p., 6 pl. Berne, chez Jent et Gassmann.

De la part de M. Greenough, *A natural scale*, etc. (Échelle naturelle des hauteurs, au moyen de laquelle les mesures de différents pays sont réduites à une échelle commune, connue de tous les géographes), par mademoiselle Colthurst; une page de texte, 1 pl. Londres, chez W. Hurst.

De la part de M. le lieutenant-colonel Gregorio Verdu, *Curso*, etc. (Cours élémentaire de chimie, de M. V. Regnault, traduit du français en espagnol); t. Ier, in-12, 416 p. Paris, 1850, chez Crapelet.

De la part de M. Brunner fils, *Recherches sur la température du lac de Thoune, à différentes profondeurs et dans toutes les époques de l'année, exécutées par MM. de Fischer-Ooster et C. Brunner fils, et rédigées par M. Brunner fils* (lues à la *Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, le 7 juin 1849), in-4, 22 p., 3 pl.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1849, 1er sem., t. XXX, n° 2.

L'Institut; 1850, n° 837.

Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers. — *Travaux du comice horticole de Maine-et-Loire*, 2e vol., 1842, n° 16; 3e vol., 1846, n° 25; 1847, n° 26; 1848, n° 28.

The Athenæum; 1850, nos 1160.

M. Alcide d'Orbigny, en faisant hommage à la Société du premier volume de son ouvrage, intitulé : *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle*, donne lecture de l'extrait suivant :

Le point de départ de toutes les recherches de géologie et de paléontologie stratigraphiques doit être la date ou l'âge relatif des faunes fossiles; car une histoire ne peut se faire sans avoir l'ordre chronologique. Nous avons dit que cette date ne peut être donnée

que par la superposition rigoureuse des étages sur les lieux où il n'y a pas de lacunes, où les époques se sont succédé dans un ordre régulier et sans interruption. Nous avons vu, en effet, dans nos recherches, que c'était dans la nature même qu'il fallait prendre les bases générales d'une solution stratigraphique. Dès nos premières observations sur le sol de la France, à notre retour d'Amérique en 1834, nous avons reconnu qu'en remontant ou descendant la série des couches nous trouvions partout la même succession d'êtres fossiles, cantonnée dans les mêmes limites de hauteur géologique. Par la comparaison des faunes recueillies avec le plus grand soin, suivant la stratification rigoureusement observée, et réunies dans notre collection dans leur ordre chronologique de superposition, nous obtenions à chaque nouvelle recherche de nouvelles convictions sur la stratigraphie géologique. Nous reconnaissions également que le caractère minéralogique des couches n'avait servi qu'à tromper les observateurs peu au courant des éléments stratigraphiques tirés des causes actuelles (1), qui souvent leur faisaient voir des parallélismes tout à fait fautifs. Les couches ferrugineuses, par exemple, prises d'un côté de la France, et identifiées de l'autre côté, contenaient des faunes tout à fait distinctes, tandis que les mêmes faunes fossiles se trouvaient, au contraire, sur des niveaux géologiques identiques, dans des couches de la nature minéralogique la plus différente.

Nous nous sommes alors attaché tout particulièrement à suivre les horizons paléontologiques, pour nous assurer s'ils dépendaient d'une époque marquée ou d'un simple faciès local déterminé par les circonstances côtières ou pélagiennes des dépôts observés dans les causes actuelles. Après avoir rencontré, sur tous les points de la France, au N., au S., à l'E. et à l'O., en Provence comme en Normandie, dans la plaine comme dans les Alpes et dans les Pyrénées, partout enfin, les mêmes résultats, et n'avoir marché pendant quatorze années que de confirmations en confirmations, sans trouver un seul fait contradictoire, nous avons acquis la certitude que les terrains et les étages s'y divisent nettement comme nous les avons admis dans cet ouvrage; que partout aussi ces terrains et ces étages sont limités de même, quant aux faunes respectives qu'ils renferment et aux lignes de démarcation stratigraphiques relevées sur tous les points. Nous avons vu qu'autour de chaque bassin ils ne se confondaient nulle part, et qu'ils déno-

(1) Voy. *Cours élémentaire de Géologie et de Paléontologie stratigraphiques*, 2e partie tout entière.

taient bien autant d'époques géologiques distinctes, se succédant les unes aux autres dans le même ordre constant et régulier de superposition. Nous avons dès lors considéré les immenses collections stratigraphiques faites à l'appui de toutes ces recherches comme de puissants moyens de comparaison à établir avec les autres lieux.

Il nous restait ensuite à nous assurer positivement si ces différents terrains, ces différents étages, si tranchés sur le sol de la France, étaient le résultat de circonstances locales, spéciales à notre sol, ou s'ils dépendaient de faits généraux qui se seraient produits sur tous les points du globe à la fois. Notre indécision à cet égard ne fut pas longue. Par les travaux stratigraphiques des savants anglais, par les collections locales que nous leur devions, nous acquîmes bientôt la certitude que la géologie de l'Angleterre était identique avec la géologie de la France; que c'était de plus la continuation des mêmes bassins, des mêmes anciennes mers qu'en France. L'Allemagne, l'Italie, la Russie, l'Espagne, nous offrirent, par les recherches des géologues, et par les fossiles que nous avons pu comparer, des limites stratigraphiques partout identiques en Europe, séparant les faunes fossiles en terrains et en étages comme en France. Notre voyage dans l'Amérique méridionale et nos travaux sur les fossiles de ces contrées; les importantes publications des géologues des États-Unis, ainsi que les nombreux fossiles que nous leur devions; enfin, tous les mémoires partiels publiés sur les pays les plus éloignés de notre point de départ, ne nous ayant, dans toutes les circonstances, donné que des résultats des plus satisfaisants pour l'ensemble des faunes comparées à leur âge relatif (1), nous avons pu en conclure, après avoir discuté tous les faits acquis à la science, que les limites des terrains et des étages, ainsi que des faunes qu'ils renferment, étaient les mêmes par toute la terre. Nous avons vu, par exemple, que l'ensemble des faunes lointaines et des faunes prises dans les régions tropicales, ou vers les pôles, contenaient non seulement des caractères stratigraphiques constants, uniformes, de composition générique, mais encore quelques espèces identiques qui, dans l'Inde, à Pondichéry, à Coutch; dans l'Amérique méridionale, au détroit de Magellan, au Chili, au Pérou, en Colombie; dans l'Amérique septentrionale, à Alabama, au Texas, à New-York; au Canada, dans le nord de l'Oural, etc., etc.,

(1) Voy. la 4e partie de notre *Cours élémentaire de Géologie et de Paléontologie stratigraphiques*, où tous ces faits généraux sont discutés.

prouvaient, avec l'âge identique, leur parfaite contemporanéité d'existence. Nous avons donc adopté ces terrains, ces étages, avec d'autant plus de certitude qu'ils n'ont rien d'arbitraire, et qu'ils sont, au contraire, l'expression des divisions que la nature a tracées à grands traits sur le globe entier.

Date géologique appliquée aux espèces publiées. — En partant de ce principe stratigraphique une fois adopté, il restait à discuter géologiquement les faits publiés dans les ouvrages. Pour ceux qui avaient une forme stratigraphique, on conçoit que nous n'avions qu'à prendre la faune telle qu'elle était présentée, n'ayant plus à discuter que la valeur des déterminations zoologiques. C'est ce que nous donnaient les beaux travaux de M. Murchison (1). Pour d'autres auteurs (2), il ne nous restait qu'à réunir ensemble quelques divisions de couches pour arriver à nos étages. D'autres fois, il s'agissait seulement de rectifier l'âge positif d'un ensemble de fossiles dépendant d'un seul étage, mais dont les auteurs, faute de moyens de comparaison, avaient méconnu la date (3). Jusque-là le travail était facile, car une seule comparaison générale suffisait pour nous faire placer l'ensemble dans l'étage qui lui appartient; mais pour les ouvrages dont la base est la division zoologique (§ 18), le travail se compliquait en raison du nombre d'âges différents réunis dans le même cadre. Lorsque l'âge géologique était bien défini, comme dans le bel ouvrage sur la Russie de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, ce n'était qu'une séparation simple, sans même avoir besoin d'une discussion géologique préalable des espèces par terrains, par étages. Malheureusement, les ouvrages ayant pour base la zoologie ne sont pas tous aussi clairs dans leurs indications précises sur l'âge géologique, et nous avons eu souvent à lutter, à cet égard, contre de très grandes difficultés que quelquefois nous n'avons pu vaincre. L'ouvrage remarquable de M. Goldfuss peut surtout être cité sous ce rapport; car il présente, sous cette forme zoologique, tous les étages confondus, et souvent avec des indications si vagues, comme âge géologique, que nous ne répondons pas toujours de la zone où nous avons placé les espèces, quand nous n'avions pas de moyens de contrôle dans nos collections stratigraphiques. Nous avons donc placé quelques espèces avec doutes; et nous avons été

(1) *Silurian system.*
(2) Phillips, *Geology of the Yorkshire coast.*
(3) Le travail de M. Forbes sur les fossiles crétacés de Pondichéry, par exemple, l'âge des grès verts de l'Amérique septentrionale, etc.

même obligé, dans beaucoup de cas, de ne pas citer des espèces dont la date nous paraissait trop hasardée.

Après avoir élagué, des divers ouvrages, tous les faits peu positifs, sous le rapport de leur âge géologique, sous celui du genre auquel ils appartiennent, ou comme espèce, nous avions relevé, dans tous ces ouvrages, les espèces bien figurées qui avaient une date à peu près positive; nous les avons groupées par étages, comme nous aurions pu le faire de collections en nature, et alors nous avons commencé, par étages, une nouvelle vérification qui consistait, pour chaque espèce, à la comparer dans les différents auteurs qui en ont parlé, et avec nos collections en nature sur lesquelles nous n'avions pas de doutes comme âge. Dans cette comparaison, il s'agissait de savoir d'abord si l'indication stratigraphique était vraie ou fausse dans tous les auteurs, et en cas de dissidence d'opinion, de juger, par la comparaison, si ces dissidences ne provenaient pas d'erreurs de déterminations zoologiques. C'est, en un mot, une discussion critique, sévère, que nous avons dû faire à la fois, de l'âge géologique, du genre et de l'espèce pour tous les fossiles figurés dans les auteurs; travail qui nous a fait sonder, dans toute sa vérité, l'immense chaos dans lequel se trouvait la paléontologie stratigraphique, par suite d'erreurs de tous genres, qui toutes tendaient à fausser les faits géologiques, par suite de fausses indications d'âge ou des déterminations zoologiques erronées des plus disparates.

Principes relatifs à la date géologique des espèces. — La première base de toute considération géologique ou paléontologique doit reposer sur l'âge relatif des espèces, et, dans toutes les circonstances, l'âge doit passer avant la ressemblance, car l'âge, c'est la date dans l'histoire; et l'ordre chronologique, en aucun cas, ne peut être interverti. Ainsi donc, sans se préoccuper de la forme qui viendra ensuite, il faut s'occuper de l'âge stratigraphique des espèces, et surtout ne pas faire passer les rapports de forme les premiers, sous peine de faire continuellement des anachronismes. A cet égard, nous devons exprimer toute notre pensée et toutes nos convictions relativement à la manière d'envisager la ressemblance des êtres en paléontologie.

Lorsque nous trouvons dans deux étages qui se suivent immédiatement des espèces qui se ressemblent, nous commençons par les étudier comparativement dans tous leurs détails zoologiques, pour nous assurer si elles sont identiques ou différentes; car, dégagé de tout système préconçu, ennemi de toute idée théori-

que qui pourrait fausser les faits, nous voulons, par-dessus tout, la vérité jusque dans ses plus petits détails. Quelquefois, en comparant ces espèces, nous les trouvons parfaitement identiques, et nous les réunissons en les indiquant dans les deux étages successifs [ce sont toujours des exceptions (1)] ; mais, le plus souvent, ces rapports de forme, que nous avions cru reconnaître au premier aperçu, disparaissent par l'analyse et sont remplacés par d'excellents caractères distinctifs, constants ; alors nous devons nécessairement séparer ces espèces sous des noms différents.

Lorsque nous trouvons des espèces qui se ressemblent, dans des étages séparés par plusieurs autres où cette même forme ne se trouve pas, nos conclusions peuvent être différentes. En effet, si la ressemblance entre deux espèces rencontrées dans deux étages qui se suivent prouve leur parenté, si cette ressemblance provient de la filiation de cette espèce, qui a survécu d'un étage à l'autre, cette même parenté, cette même filiation ne peut exister pour des formes analogues, séparées par des époques où elles ne se trouvent pas. En un mot, dans des considérations qui tiennent à l'histoire chronologique, la position relative au temps passe même avant les rapports de forme, lorsqu'on ne peut suivre, dans l'intervalle, la filiation de ces rapports de forme. Quand on soumet à l'analyse ces ressemblances d'espèces qui ont paru à des époques différentes sur le globe, on reconnaît toujours des caractères différentiels qui avaient échappé aux recherches des auteurs qui, faisant passer la ressemblance avant l'âge, avaient voulu les identifier.

Nous poussons encore beaucoup plus loin nos conclusions. Si nous trouvions dans la nature des formes qui, après l'analyse la plus scrupuleuse, ne nous offriraient encore aucune différence appréciable, quoiqu'elles fussent séparées par un intervalle de quelques étages (ce qui n'existe pas encore), nous ne balancerions pas un instant à les regarder néanmoins comme distinctes. Lorsqu'on voit toutes les formes spécifiques bien arrêtées avoir des limites fixes dans les étages, et appartenir à un seul, on doit croire que ce sont nos moyens de distinction qui sont insuffisants pour trouver les différences entre ces deux espèces d'époques éloignées qui se ressemblent. En effet, ne pas trouver ces carac-

(1) On trouvera ces espèces indiquées dans le Prodrome, chaque fois que nous l'avons constaté, et nous les citons à part dans notre *Cours de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques*, 4e partie.

tères différentiels, n'est point une raison pour qu'ils n'existent pas entre ces deux êtres de deux époques distinctes, séparés par un long intervalle où ils ne vivaient pas, surtout lorsque nous n'avons plus l'animal pour trancher la question, mais une petite partie de l'être. Cela est si vrai, que ces réunions monstrueuses dans les auteurs, comme le prouvent nos corrections de ce genre, sont ordinairement d'autant plus nombreuses que ceux-ci sont plus systématiques, qu'ils ont fait moins d'études sérieuses en zoologie ; il en était ainsi, du reste, à l'enfance de la science (1). Une autre preuve peut être déduite de faits nombreux que nous avons constatés dans les auteurs (2) : c'est que les identifications d'espèces passant dans tous les étages se rattachent principalement aux petites coquilles, où il était moins facile de reconnaître les différences, pourtant très appréciables. En résumé, pourquoi veut-on, seulement par un esprit de système, donner des entraves à la puissance créatrice ? Pourquoi veut-on empêcher la nature de reproduire, à diverses reprises, dans les âges du monde, des formes analogues, si elles ne sont pas identiques, surtout lorsque l'espace et le temps les séparent ! En vérité, cette prétention serait trop exagérée, pour que nous ne la poursuivions pas jusque dans ses derniers retranchements, par l'expression de la vérité.

Du genre, considéré comme caractère stratigraphique. — Comme on peut le voir dans les éléments zoologiques de notre *Cours de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques*, le genre, ou la forme générique, ramené à sa juste valeur, est un caractère stratigraphique d'une haute importance. On conçoit, en effet, que la forme zoologique, une fois bien définie, puisse nous donner, par la présence ou par l'absence des genres dans les terrains et dans les étages géologiques, des caractères *négatifs* ou *positifs* d'une grande puissance, surtout lorsqu'ils se rattachent à la zoologie tout entière. Voyons successivement ces deux caractères comme moyens d'application.

Nous appelons *caractères stratigraphiques négatifs*, ceux que fournit dans un terrain, dans un étage, l'absence des genres, de la forme zoologique, reconnus jusqu'à présent dans d'autres terrains, dans d'autres étages. Donnons en quelques exemples saillants, qui ressortent de nos différents tableaux de la répar-

(1) Voy. Introduction au *Cours de Paléontologie et de Géologie*, p. 5.

(2) C'est surtout dans les terrains tertiaires que ces fausses identifications sont très nombreuses. Voyez nos étages 24e, 25e et 26e.

tition des êtres à la surface du globe (1). Quand nous voyons les *Trilobites*, un grand nombre de genres de céphalopodes, de brachiopodes, de bryozoaires, de crinoïdes, de polypiers, etc., ne pas sortir des terrains paléozoïques, ces genres deviennent autant de caractères négatifs pour tous les étages compris dans les terrains triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires où ils manquent toujours. Presque tous les genres de mammifères, de reptiles, de poissons, beaucoup de genres d'acéphales, de gastéropodes, etc., ne descendent, au contraire, jamais dans les terrains paléozoïques, et peuvent, jusqu'à présent, leur offrir des caractères négatifs constants. Il en résulte que ces faits sont d'une haute importance comme moyens d'applications, pour déterminer, par comparaison, l'âge de ces lambeaux isolés qu'on trouve quelquefois sur des roches d'éruption, ou pour arriver à connaître l'âge de fossiles rapportés de contrées sur lesquelles on n'a pas de données géologiques. On voit dès lors quelle est la portée géologique d'une détermination générique rigoureuse.

Caractères stratigraphiques positifs. — Nous appelons ainsi les formes animales, les genres qui existent dans un terrain, dans un étage, et qui par leurs limites connues dans ces terrains, dans ces étages, offrent autant de caractères positifs, en opposition avec les caractères négatifs. Presque tous les genres de mammifères, de mollusques terrestres sont, avec une multitude de genres des autres séries, un moyen de reconnaître les terrains tertiaires. Enfin, en prenant les résultats qui doivent entrer dans un autre ouvrage, nous voyons, pour toute la zoologie fossile, que sur 1,440 genres connus à l'état fossile, 1,424 offrent, par leurs limites dans les étages géologiques, 2,848 caractères positifs et négatifs qu'on pourra invoquer pour reconnaître aussi certainement l'âge d'un terrain, d'un étage sur lequel on n'aura pas de données géologiques, que si des espèces identiques venaient indiquer sa contemporanéité parfaite avec des étages déjà connus. En effet, de la combinaison rigoureuse de ces caractères positifs et négatifs, bien connus, il résulte des ensembles de faunes, tellement tranchés, qu'avec de l'habitude, en partant de tous ces faits, on arrive, par comparaison, à dire positivement que cette faune fossile, sur laquelle on n'a pas de renseignements géologiques, doit être placée, dans son ordre chronologique, seulement à tel âge stratigraphique.

(1) Voyez notre 3e partie du *Cours de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques*.

On voit, par ce qui précède, qu'il n'est point indifférent de placer arbitrairement une espèce dans un genre plutôt que dans un autre ; qu'une erreur de détermination générique entraîne nécessairement à une erreur géologique, et de plus à dénaturer l'ensemble des faits positifs et négatifs basés sur la forme animale. Si, sous ce rapport, on prenait pour réelle la détermination des différents auteurs, et qu'on s'en servît sans la discuter, on arriverait à l'assemblage le plus monstrueux qu'on puisse imaginer. On verrait, par exemple, le genre *Ampullaria* (que nous ne connaissons pas encore à l'état de fossile, et qui est purement des eaux douces), se trouver jusque dans l'étage dévonien, parmi des coquilles marines (1) ; le genre *Melania*, également des eaux douces (qui ne descend pas au-dessous de l'étage néocomien), se rencontrer dans tous les étages paléozoïques parmi des coquilles marines (2). On verrait le genre *Littorina*, fossile seulement dans les terrains tertiaires les plus modernes, descendre jusqu'à l'étage silurien (3) ; le genre *Conus*, qui ne paraît réellement que dans les derniers étages crétacés, descendre dans les étages liasien et bathonien (4) ; le genre *Cassis*, spécial aux terrains tertiaires, se montrer dans l'étage bathonien (5) ; les genres *Turritella*, *Buccinum*, *Gorgonia* descendre jusque dans l'étage silurien (6) ; les genres *Terebra*, *Mya*, *Unio*, *Eschara*, *Astrea*, *Escharina*, descendre jusque dans l'étage murchisonien (7) ; les genres *Murex*, *Scalaria*, *Sigaretus*, *Sanguinolaria*, *Tellina*, *Solen*, *Corbula*, *Crassatella*, *Astarte*, *Venus*, *Erycina*, *Flustra*, *Spongia*, descendre jusqu'à l'étage dévonien (8) ; les genres *Fasus*, *Pandora*, *Amphidesma*, *Mactra*, *Donax*, descendre jusqu'à l'étage carboniférien (9) ; le genre *Oliva* jusqu'à l'étage saliférien (10) ; toutes indications entièrement fautives. On verrait même, en consultant les catalogues, des ammonites dans les terrains tertiaires, etc., etc. En un mot, nous pou-

---

(1) Voyez étage 2e, nos 260, 261.
(2) Voyez étage 2e, nos 243, 244, 245, 248, etc.
(3) Voyez étage 1 a, n° 83, étage 0 b, n° 65, etc.
(4) Voyez étage 8e, nos 45, 46, 46′, 47, 47′, étage 11, n° 50, etc.
(5) Voyez étage 11e, n° 47.
(6) Voyez étage 1 a, nos 76, 77, 272.
(7) Voyez étage 1 b, nos 41, 81, 92, 320, 374, 390.
(8) Voyez 2e étage, nos 256, 305, 349, 447, 465, 507, 525, 527, 531, 539, 577, 1035′, 1191.
(9) Voyez étage 3e, n° 142, 334, 464, 471, 482.
(10) Voyez 6e étage, n° 200.

vons le dire, la partie la plus arriérée, dans toutes les publications, est bien certainement la détermination des genres. On dirait que beaucoup des auteurs ne connaissaient réellement pas assez la zoologie lorsqu'ils ont voulu faire de la paléontologie, comme si cette science ne devait pas avoir pour base, au contraire, les éléments zoologiques les plus étendus. Si, en effet, une connaissance superficielle peut, jusqu'à un certain point, permettre de faire des travaux de zoologie spéciale, parce que tous les caractères sont à nu sur l'être vivant, il n'en est pas de même pour l'être fossile, le plus souvent altéré, déformé, et ne laissant dans les couches fossilifères qu'une partie plus ou moins étendue de son ensemble. C'est alors que les études zoologiques les plus profondes ne seront pas de trop pour reconnaître, à des caractères devenus des plus fugaces, les dernières traces distinctives du genre encore vivant, ou les grandes différences qu'offre cet être fossile, avec tous les genres des faunes actuelles, qu'il faut préalablement très bien connaître. C'est donc une très fausse idée de croire que le premier venu puisse faire, sans études spéciales, de bonne paléontologie.

Cette réforme dans les genres fossiles n'a pas été la moins rude partie de notre tâche; car non seulement elle nous a obligé à changer un nombre considérable de genres parmi les séries animales bien connues, et sur lesquelles il restait des travaux fondamentaux; mais encore elle nous a contraint à faire des travaux spéciaux d'ensemble sur tous les brachiopodes, sur les bryozoaires, sur les polypiers et les amorphozoaires, afin de circonscrire la forme générique par des caractères zoologiques réguliers, de valeur relative dans tout l'ensemble de la zoologie (1), et de faire cesser le chaos zoologique que nous y avions reconnu dans les auteurs. Ces observations motiveront, dans ce Prodrome, le grand nombre de changements opérés parmi les genres cités parfaitement connus, et la création de beaucoup d'autres genres nouveaux, pour des formes animales qui ne pouvaient régulièrement entrer dans les divisions établies, sans fausser tous les principes généraux sur lesquels repose toute la science zoologique.

De l'espèce, considérée dans ses rapports avec la géologie stratigraphique. — A propos des principes relatifs à la date géologique, nous avons déjà fait connaître notre manière de juger les espèces qui ont des rapports entre elles et qui souvent ont été confondues par les auteurs. Nous avons encore signalé les

(1) Voyez ces diverses parties dans notre *Cours élémentaire*, 3e partie, et dans les étages de ce Prodrome.

inconvénients qui pouvaient en résulter pour la géologie stratigraphique. Nous ne reviendrons sur ce sujet que pour confirmer ces premières données, vraies non seulement pour les auteurs cités, mais encore pour beaucoup d'autres (1). Nous pouvons même dire que cette fausse réunion d'espèces, basée sur une ressemblance seulement apparente, a plus contribué que tout le reste à embrouiller les résultats paléontologiques; car, pour arriver à connaître la valeur réelle des faunes successives, il a fallu d'abord leur faire subir une réforme considérable relative à ces fausses identifications de ressemblances, qui avaient, pour ainsi dire, atténué ou même fait disparaître les grands traits distinctifs donnés par la stratification, observés par de savants géologues (2). On voit que ces identifications exagérées ont pour résultat, non seulement d'atténuer les travaux des géologues, et d'en faire disparaître l'importance, mais encore de donner des idées entièrement fausses sur l'accord constant qui existe entre les limites géologiques données par la stratification, et l'ensemble des faunes fossiles qu'elles circonscrivent. En résumé, nous pouvons nous demander quels sont les avantages qu'on se propose d'obtenir par ces réunions quand même. Nous n'en trouvons réellement aucun, tandis que les inconvénients sont immenses, puisqu'elles obligent, pour rétablir les faits, à des changements nombreux, et faussent à la fois les faits relatifs à la géologie et à la zoologie, en retardant gratuitement les progrès paléontologiques. D'un autre côté, la séparation, qui n'a réellement aucun inconvénient, est toujours en rapport avec la zoologie la plus rigoureuse, avec la géologie stra-

(1) Ainsi M. Reuss, M. Geinitz (*Nacht.*, p. 17 et suiv.) citent, par exemple, dans l'étage sénonien ou la craie, *Terebratula sellæ*, *Puscheana*, *rostratella*, *truncata*, Sow., *pectoralis*, propres à l'étage néocomien. M. Leymerie cite dans l'étage néocomien les *Terebratula biplicata*, *Menardi*, *pectita*, de l'étage cénomanien; le *T. plicatilis*, de l'étage sénonien; les *T. punctata* et *rostrata*, des terrains jurassiques, etc.

(2) Le grand nombre d'espèces identifiées entre l'étage murchisonien de l'Angleterre (voyez étage 1 b pour les espèces rectifiées), et l'étage dévonien, a fait disparaître en partie la valeur de cette coupe stratigraphique établie par M. Murchison. Le nombre de déterminations fautives a aussi empêché de voir, dans les couches supérieures des grès verts inférieurs de l'île de Wight, si bien décrits par M. Fitton, notre étage aptien le mieux caractérisé (voyez cet étage, n° 18, pour les espèces rectifiées), etc., etc.

ographique; elle tend à en simplifier l'étude et à les ramener à des règles positives d'application.

Les identifications des espèces fossiles avec les espèces vivantes se trouvent absolument dans le même cas. Nous avons comparé avec le plus grand soin les soi-disant identiques du bassin parisien (étages 24e suessonien et 25e parisien), évalués à 8 p. 100, les identiques de l'étage falunien, évalués à 17 p. 100, et nous avons reconnu qu'ils reposaient tous sur des erreurs d'identification manifestes. Il résulte de ce faux point de départ, que les noms d'*Éocènes*, de *Myocènes*, et de *Pliocènes* (1) qui en sont dérivés, tombent en même temps, car ils ne sont plus que l'expression d'une erreur matérielle. La légèreté avec laquelle on a identifié les espèces fossiles aux espèces vivantes nous a aussi fourni beaucoup de rectifications d'espèces. Il est un ouvrage que nous ne pouvons, sous ce rapport, nous dispenser de citer, c'est celui de M. Philippi sur les terrains tertiaires de Cassel. En effet, l'auteur, après avoir fait un nombre considérable de légères déterminations, sans doute par suite du manque de moyens de comparaison, n'en arrive pas moins à conclure des généralités qui équivalent au *tant pour cent* dont nous venons de parler, soit entre l'étage parisien et les couches de Cassel, soit dans le nombre des identiques vivants. Ces résultats erronés ont pourtant été admis, sans examen préalable, comme si c'étaient des faits positifs, sanctionnés par la science, et y ont jeté des idées tout à fait fautives; car, il faut bien le dire, toutes les espèces identifiées que nous avons pu obtenir étaient bien différentes les unes des autres.

Une autre source d'erreurs très préjudiciable à la question géologique dépend souvent des compilations, sans examen préalable des faits. Croyant devenir bien plus complets s'ils réunissent tous les documents qui se rattachent à un même nom d'espèce, qu'ils trouvent dans les ouvrages, quelques auteurs accumulent les synonymies, sans les discuter assez sévèrement, dans le but peut-être de montrer leur érudition. Il résulte de ce mode d'assemblage les mêmes inconvénients que pour toute compilation simple. Si la synonymie seule, sans être discutée, venait se placer en tête de l'espèce, elle pourrait se réduire à une faute zoologique; mais avec la synonymie, l'auteur prend encore la localité indiquée, et alors il s'y joint une erreur géologique qui peut avoir des conséquences fâcheuses. En effet, ces localités, le plus

(1) Les plus anciens récents, moins de récents, plus de récents.

souvent, jurent de se trouver ensemble ; car elles appartiennent à des étages différents. On conçoit que, dans ces circonstances, il nous a fallu dégager le nom d'espèce de toutes les synonymies fautives, et réduire les localités à leur véritable valeur, c'est-à-dire aux indications réelles, en rapport avec l'âge positif de l'espèce (1).

Nous pouvons le dire, en terminant ce qu'il peut y avoir de spécial à la géologie, dans l'espèce animale, il n'est pas de légèreté de détermination, de laisser-aller zoologique, quelque minimes qu'ils soient, qui ne puissent avoir des conséquences fâcheuses pour la géologie, soit comme documents isolés, soit comme conséquences générales.

M. Constant Prévost offre la première série des *Transact. de la Soc. géol. de Londres*, 5 vol. in-4, qui manquent à la bibliothèque de la Société. M. le Président lui adresse les remerciements de la Société, ainsi qu'à M. le lieutenant-colonel Verdu, qui a fait hommage du premier volume d'une traduction espagnole, faite par lui, du Traité de Chimie de M. Regnault.

M. Martins dépose, de la part de M. J. Thurmann, l'*Essai de phytostatique appliquée à la chaîne du Jura*, et lit la lettre suivante qui lui a été adressée par l'auteur :

Lettre de M. Thurmann à M. Ch. Martins, sur son Essai de phytostatique appliquée à la chaîne du Jura.

« Monsieur et ami,

» En vous priant de vouloir bien présenter à la Société mon *Essai de phytostatique* (1), permettez-moi d'accompagner l'hommage de ce livre de quelques éclaircissements destinés aux géolo-

(1) Nous citerons sous ce rapport le travail de M. Nyst, *Description des coquilles fossiles des terrains tertiaires de la Belgique*. En effet l'auteur y a mis trop de conscience sous le rapport de sa synonymie, qui amène des localités des plus fautives. Beaucoup d'autres auteurs se trouvent dans le même cas. Il vaut mieux laisser une espèce avec une seule synonymie certaine, que d'en mettre dix dont on n'est pas entièrement sûr.

(1) Chez Baillière, rue Hautefeuille, à Paris, et chez Jent et Gassmann, à Berne.

gues que l'objet dont il traite pourra intéresser. Bien qu'il s'adresse plus particulièrement aux botanistes, il ne laisse pas de toucher par plusieurs points aux résultats pratiques de la connaissance des terrains.

» Depuis longtemps on a remarqué que, dans une circonstance donnée, la distribution des plantes obéit à certaines lois, et que chaque espèce affecte une station déterminée par la combinaison de certains facteurs physiques. Parmi ces facteurs, il en est d'essentiellement climatologiques dont l'action est évidente, bien que complexe et difficile à préciser. Ainsi, telle plante qui, en France, s'accommode des conditions du climat méditerranéen s'arrête à la rencontre du climat séquanien ou vosgien; telle autre qui, dans un district particulier, trouve ses conditions biologiques au-dessous de 1,500 mètres, cesse de les rencontrer au-dessus ou réciproquement. De là la division possible d'une contrée en provinces à la fois climatologiques et botaniques à ce point de vue; de là encore, dans une chaîne de montagnes, la classification de ses espèces en groupes correspondant à des zones d'altitude.

»Mais, en envisageant les faits que présente le tapis végétal d'un même district climatologique, on s'aperçoit que des causes d'un autre ordre règlent certains détails de dispersion. Sur un point donné où toutes choses sont égales, climatologiquement parlant, on voit des contrastes de distribution frappants. Ainsi, au contact des Vosges et du Jura, le *Sarathamnus scoparius* vivant par milliers et socialement dans la première de ces chaînes, s'arrête brusquement à la rencontre de la seconde, tandis que d'autres végétaux, comme le *Buxus sempervirens*, jouent le rôle inverse.

C'est en présence de ces sortes de faits qu'est née la question du degré et du mode d'influence des terrains ou plutôt des roches sur la présence d'espèces déterminées. L'examen de cette question, pour un champ d'étude choisi à cet effet, est essentiellement le but du travail que j'ai l'honneur de présenter à la Société.

Ces contrastes de dispersion dus aux roches sous-jacentes ont été fort controversés, soit quant à leur réalité, soit quant à leurs causes. Au premier égard, il ne reste plus guère de doutes, et il est bien près d'être admis que certains faits dépendent de la nature de ces roches. Toutefois, mon travail en offrira de nouvelles et nombreuses preuves, empruntées aux Vosges, Jura, Kaiserstuhl, Schwartzwald, Albe de Souabe, Alpes suisses et vallées interposées.

Reste à examiner dans quel sens ces faits ont lieu, jusqu'à quel point ils sont constants, sur quelles espèces ils roulent dans chaque contrée donnée, et enfin s'ils dérivent des propriétés physi-

ques de la composition chimique des roches sous-jacentes. C'est encore là le but principal de cet ouvrage.

Pour résoudre la question, j'ai suivi une marche purement empirique et nullement savante, que chacun pourra très aisément imiter ou contrôler. Je me suis d'abord attaché à éliminer toutes les causes de dispersion étrangères au sol, envisagé comme facteur. Cela établi, j'ai constaté un très grand nombre de faits de contraste, c'est-à-dire que j'ai reconnu par la simple observation positive, que telle plante est ubiquiste, tandis que telle autre se trouve, soit exclusivement, soit plutôt de préférence, dans les sols développés sur certaines roches. Ainsi, entre les Vosges et le Jura j'ai trouvé que le *Sarathamnus* habite les grès vosgiens et les granites désagrégés, et fuit, au contraire, les calcaires, les porphyres compactes. J'ai reconnu de même que le *Buxus* affectionne les calcaires et fuit les grès vosgiens, etc. Il est résulté d'un dépouillement de ce genre, et pour la contrée qui sert de champ d'étude, une mise en rapport, dans certaines limites, de certains groupes d'espèces avec certaines roches sous-jacentes; de façon que la carte géologique, convenablement expliquée ou modifiée, retrace, en même temps que les masses minérales, certains grands faits de dispersion végétale.

Je dis la carte géologique modifiée; car ce n'est pas, bien entendu, à tel ou tel terrain envisagé géologiquement, c'est-à-dire quant à la succession des temps, que correspondent ces faits de dispersion, mais à leur composition minérale. Ainsi, si tel groupe de plantes correspond aux calcaires jurassiques, ils n'en correspondent pas moins à certains calcaires plus anciens et plus récents, ou à certaines masses porphyriques, basaltiques, etc., moyennant certaines similitudes de propriétés.

Mais ces propriétés de même effet sur le sol et la dispersion, quelles sont-elles? Sont-elles physiques ou chimiques? C'est là le second point de la question, point très controversé jusqu'à ce jour.

Pour reconnaître ce qu'il en est à cet égard, j'ai recherché si les mêmes groupes spécifiques correspondaient à des identités de composition chimique, ou à des similitudes de propriétés physiques des roches. J'ai trouvé, d'un côté, les mêmes ensembles d'espèces appartenant également aux calcaires, porphyres et basaltes, pourvus de propriétés communes, tandis que les ensembles contrastant appartenaient en même temps aux divers grès, à certaines roches cristallines, trachytiques, dolomitiques, calcaires même, pourvues encore de propriétés communes, mais opposées aux

premières. J'ai été conduit ainsi forcément (et contrairement à mes opinions primitives) à conclure en faveur de l'influence presque exclusive des propriétés physiques, sauf à admettre l'action de la composition dans certaines limites que je ne saurais développer ici.

Je suis arrivé ainsi à deux catégories de roches sous-jacentes : les unes offrant un certain mode de désagrégation, une certaine hygroscopicité en petit, une certaine perméabilité en grand, etc. ; les autres offrant des propriétés inverses, et cela traversant toutes les compositions chimiques. De là, j'ai formé deux classes de roches : les unes, *eugéogènes*, pourvues affirmativement des caractères ci-dessus et se divisant en *psammogènes* et *pélogènes ;* les autres, *dysgéogènes*, dépourvues de ces caractères. Les premières sont essentiellement celles qui, se désagrégeant aisément, contribuent à former avec l'humus un sol puissant, absorbant, souvent divisé ; les secondes, celles qui ne présentent pas cette manière d'être. Ainsi les grès vosgiens, les grès verts, certains granites, certaines dolomies, certains calcaires tertiaires, sont eugéogènes à divers degrés ; au contraire, les calcaires portlandiens ou coralliens, les porphyres non quartzifères, les basaltes compactes, etc., sont dysgéogènes.

A ces deux groupes de roches sont venus correspondre deux groupes de plantes. Chez les premières, plus propres aux sols eugéogènes, se montre la nécessité d'une certaine puissance, hygroscopicité ou division du sol, caractère qui se traduit, en définitive, par une prédominance relative des conditions d'humidité. J'ai nommé ces plantes *hygrophiles ;* chez les secondes, qui correspondent aux terrains dysgéogènes, on voit des conditions stationnelles contraires qui équivalent à une certaine siccité relative ; d'où une classe de *xérophiles*. Le *Sarathamnus* est une hygrophile des roches eugéogènes, surtout psammiques ; le *Buxus* est un xérophile des roches dysgéogènes.

Telle est, cher monsieur, l'une des faces de la marche d'étude qui, appliquée au Jura et aux pays circum-jurassiques dans un certain rayon, m'a conduit à une série de conséquences plus ou moins susceptibles d'extension à la géographie botanique en général. En voici le résumé :

Les principaux facteurs de l'état de la végétation et de la flore, c'est-à-dire de la dispersion des espèces, sont : le climat, dépendant particulièrement de la latitude et de l'altitude ; puis, à climat égal, les propriétés mécaniques des roches sous-jacentes avec les consé-

quences qui en résultent relativement à l'hygroscopicité, la puissance et la division des sols.

Les roches sous-jacentes à l'égard de leur mode de désagrégation, de leur faculté d'absorption en petit et de leur perméabilité en grand, se divisent essentiellement en eugéogènes et dysgéogènes.

Les eugéogènes donnent lieu à un détritus abondant : lorsqu'il est de nature pélique, il détermine des stations humides et souvent inondées ; lorsqu'il est de nature psammique, il détermine des sols divisés et presque toujours frais; lorsqu'il est pélopsammique, c'est-à-dire participant de ces deux natures, il détermine des stations à propriétés intermédiaires.

Les dysgéogènes donnent lieu à un détritus faible, quelquefois psammique, presque toujours pélique, et déterminant en tous cas des stations plus sèches que celles de la classe des eugéogènes.

Aux roches sous-jacentes eugéogènes correspond essentiellement la présence d'une catégorie de plantes qui recherchent l'humidité, ou hygrophiles; aux roches sous-jacentes eugéogènes péliques correspondent des hygrophiles péliques qui aiment particulièrement les stations fraîches; aux eugéogènes psammiques, des hygrophiles psammiques qui aiment particulièrement les sols divisés.

Aux roches sous-jacentes dysgéogènes correspond essentiellement une catégorie d'espèces qui recherchent un certain degré de siccité ou xérophiles.

Les hygrophiles péliques s'accommodent des sols dysgéogènes dans certains cas, et y passent quelquefois disséminées; les hygrophiles psammiques ne sauraient généralement vivre sur les sols dysgéogènes, et s'arrêtent brusquement à leur rencontre; les xérophiles passent disséminées sur les sols eugéogènes, dans tous les points où ceux-ci offrent une siccité convenable.

Les plus grands contrastes dans la dispersion ont lieu entre les hygrophiles psammiques et les sols dysgéogènes.

A mesure qu'on s'avance vers le N., les hygrophiles s'accommodent de sols plus dysgéogènes, tandis que les xérophiles fuient davantage les eugéogènes. A mesure qu'on s'avance vers le S., les hygrophiles exigent des sols plus eugéogènes, tandis que les xérophiles s'accommodent de sols moins dysgéogènes.

Les limites extrêmes des propriétés physiques des sols donnent lieu à l'improductivité végétale par trois causes différentes. Les roches dures, absolument dysgéogènes, sont stériles par suite de leur inaltérabilité même qui s'oppose à toute production de détritus; les roches tendres, de nature eugéogène perpélique, le sont à

la fois par suite de leur compacité et de leur imperméabilité; les roches eugéogènes perpsammiques, absolument meubles, peuvent être et sont en effet souvent stériles, non par suite de leur extrême division, mais par suite de leur mobilité. Les premières deviennent élément du sol et contribuent à établir à leur surface la productivité par la désagrégation, les secondes par la division, les troisièmes par la fixation; les premières sont essentiellement sèches, les secondes essentiellement humides, les troisièmes essentiellement divisées, plus ou moins sèches, selon qu'elles sont plus ou moins meubles, et, dès qu'elles sont fixées, nécessairement plus humides que les premières, bien que moins que les secondes.

Toutes choses égales quant à la latitude et aux altitudes, un district de roches sous-jacentes eugéogènes est plus frais, plus humide, plus arrosé et probablement plus froid qu'un district dysgéogène; la végétation y est moins dépendante des niveaux, plus commune, plus boréale, plus sociale, généralement plus riche en espèces, et, en particulier, plus riche en plantes des familles inférieures, plus herbacée, à racines profondes et divisées plus nombreuses, etc.; elle offre les caractères opposés sur sol dysgéogène.

Plus la végétation est aquatique, plus elle est indépendante des latitudes et des niveaux; plus elle est terrestre, plus elle est sous l'influence de ces facteurs; les espèces saxicoles des roches dysgéogènes sont essentiellement les meilleures caractéristiques climatologiques.

Dans une contrée médiocrement étendue, les températures moyennes annuelles de l'air, bien qu'étant une expression incomplète du climat, en sont cependant un élément assez prépondérant pour être en rapport constant et saisissable avec les principaux faits de phytostatique, tels que le cantonnement des groupes d'espèces les plus australes, les plus boréales, les plus alpines.

Les mêmes régions d'altitude ne sauraient offrir le même caractère végétal qu'autant qu'elles appartiennent à des zones à peu près également eugéogènes ou dysgéogènes; ces régions ne sont donc comparables entre elles, quant à l'action des niveaux, qu'à terrain égal. La région des plaines ne saurait presque jamais être légitimement assimilée aux régions supérieures établies pour les montagnes.

Indépendamment des trois principaux facteurs de dispersion signalés dans ce qui précède, il y a diverses causes qui circonscrivent l'aire des espèces en général ou de certaines espèces en particulier. Ce sont : la limite fortuite, toute plante cessant quelque part; la limite topographique, notamment les chaînes de monta-

gne; la limite posée par l'extrême sociabilité de certaines espèces, etc. D'autres causes, au contraire, étendent l'aire de dispersion : telles sont certaines facilités de transport mécanique à des époques contemporaines, historiques ou même géologiques. Ces diverses causes isolées ou combinées produisent certains faits de dispersion, qui, tout en obéissant aux exigences de la latitude, des niveaux et des terrains, ne sont cependant pas exclusivement sous leur dépendance. Ces faits, dans une contrée limitée, peuvent être saillants et traverser en quelque sorte les généralités phytostatiques dues aux trois facteurs principaux ci-dessus; mais ils sont presque toujours trop peu nombreux pour altérer profondément la physionomie de ces généralités.

La flore et la végétation sont donc deux choses essentiellement différentes : la flore peut être riche et la végétation pauvre, ou réciproquement. Les nombres d'espèces de chaque famille sont un mauvais critérium comparatif entre deux contrées voisines : le rôle de chaque espèce, envisagée dans sa quantité de dispersion, doit être l'élément principal de cette comparaison. Une espèce caractéristique très répandue modifie plus le tapis végétal qu'un grand nombre d'espèces rares. Des groupes d'espèces caractéristiques par région d'altitude peuvent représenter ou plutôt caractériser assez bien la composition relative du tapis végétal dans divers districts; ces espèces doivent être prises parmi celles qui contrastent par leur présence, leur absence ou leur degré de dispersion, entre les terrains et les niveaux différents.

Tous les faits de dispersion qu'a présentés notre champ d'étude s'expliquent par les principes que nous venons de récapituler. Ils sont tous essentiellement sous la dépendance de l'action combinée de la latitude, des niveaux et des propriétés physiques des roches sous-jacentes; il n'y a d'exception, à ce dernier égard, que pour certains sels solubles dans l'eau, sels d'origine soit minérale, soit animale.

L'établissement des faits sur lesquels roulent ces diverses considérations a nécessité, du moins dans certaines limites, d'abord l'étude climatologique et géologique de la contrée, puis, d'une manière détaillée, celle de sa flore. Cette dernière sert de pièce justificative essentielle dans le débat; elle offre, en outre, un intérêt plus particulièrement botanique dont je ne parlerai pas ici. A cet égard, j'ai été secondé par les communications bienveillantes de nombreux observateurs locaux qui m'ont fourni beaucoup de données entièrement nouvelles.

Dans ces diverses recherches, j'ai dû m'entourer de tous les

documents relatifs à la question et consulter, autant que possible, tout ce qui a été publié jusqu'à ce jour relativement au sujet. Cela m'a conduit à une revue de la majeure partie des faits signalés quant à l'influence des terrains sur la dispersion. Je me suis appliqué à faire voir que tous sont de même nature que ceux de mon champ d'étude et s'interprètent de la même manière.

Ce qui précède donnera à la Société géologique une idée, bien qu'incomplète, du but de mon travail. Les deux sciences, la botanique et la géologie y marchent sans cesse côte à côté, quoique toutefois il n'ait été nécessaire d'employer de chacune d'elles que leurs notions les plus élémentaires. Les données climatologiques y jouent un rôle principal, mais dont la mise en œuvre n'offre rien de précisément nouveau, excepté en ce qui regarde deux points que je tiens encore à vous signaler.

1° L'observation de la température des sources sur divers terrains me conduit à ce résultat digne d'attention qu'à altitudes égales les moyennes annuelles sont plus basses sur sols eugéogènes que sur dysgéogènes : plus basses, par exemple, sur les mollasses que sur les calcaires jurassiques, tellement même qu'*en descendant* du Jura dans les plaines ambiantes, on voit les températures s'abaisser, contrairement à la loi générale de leur diminution graduelle avec l'ascension verticale.

2° En rapprochant en deux groupes les moyennes atmosphériques annuelles d'un même nombre de lieux situés respectivement sur sols eugéogènes et sur dysgéogènes, on arrive au résultat analogue que ces températures sont plus basses (toutes choses égales quant aux altitudes et latitudes) sur les premiers que sur les seconds. Ce résultat toutefois n'est qu'un aperçu qui a besoin d'ultérieures constatations, tandis que le premier relatif aux sources est parfaitement positif.

Je termine cette communication en faisant remarquer que, quoique les grands faits de dispersion étudiés soient réglés par les propriétés physiques des roches sous-jacentes, je ne prétends pas *que leur composition chimique soit sans influence sur la végétation*, comme me l'a fait dire par erreur le *Bulletin de la Société* (t. IV, p. 575), ce qui est visiblement faux, notamment dans les roches sous-jacentes formées de sels très solubles dans l'eau. Je pense seulement que *la composition chimique n'est point la cause des grands contrastes de dispersion qu'on y a souvent rapportés, et que ces contrastes doivent être attribués aux propriétés physiques.*

M. Rivière rappelle à ce sujet les travaux de M. de Brébisson,

qui était arrivé à des conclusions à peu près opposées à celles de M. Thurmann, à savoir que la nature de la végétation dépend surtout de la composition minéralogique de la roche qui la supporte. M. Rivière avait aussi lui-même recueilli un grand nombre de plantes qui, déterminées par M. de Brébisson, l'amenèrent à des conclusions semblables. Il cite, entre autres, ce fait que la vigne cultivée sur des terrains quartzeux fournit de bons produits, tandis que, cultivée sur le calcaire, elle donne des produits inférieurs. Néanmoins, d'autres localités ne lui ont pas présenté la même simplicité : le problème lui paraît très compliqué.

M. Michelin appuie les remarques précédentes. Dans le Maine et les contrées voisines, la nature des plantes varie sensiblement avec celle du sol : il en est tout autrement en Auvergne.

M. de Wegmann cite, contrairement à l'opinion de M. Thurmann sur le développement exclusif du buis sur le calcaire, les buis qui, dans le Chablais, végètent très vigoureusement sur la mollasse.

M. Martins a vu aussi à Néris de très beaux buis sur le granite porphyroïde. Mais pour M. Thurmann ces roches seraient considérées comme des *roches sèches*, et qui seraient les équivalents des plateaux portlandiens du Jura. L'auteur n'a d'ailleurs examiné que le Jura, et son procédé consiste dans la recherche des *plantes caractéristiques*. Il y a, en effet, des plantes qui n'existent jamais en un point sans y être entourées d'une végétation dont le faciès est toujours le même et se reproduit partout avec elles. Les plantes aquatiques ne sont évidemment pas des plantes caractéristiques, car elles ont une distribution très étendue et sont peu sensibles au climat.

M. Delesse fait observer que la composition géologique du sol influe certainement sur le développement des plantes, mais peut-être moins qu'on ne serait tenté de le croire. Il résulte, en effet, d'analyses faites dans le laboratoire de M. Liebig, d'analyses plus récentes de M. G. Bischoff et de M. Berthier, que les cendres provenant de la combustion de plantes ou de bois, qui ont germé sur des sols très différents par leur composition minéralogique et géologique, ont cependant toujours à peu près la même composition pour un même végétal ; ainsi, par exemple,

une même plante venue sur du calcaire, sur de l'argile, sur du thonschiefer, contiendra de la soude et de la potasse, quoique dans quelques unes de ces roches il n'y en ait pas en quantité reconnaissable à l'analyse chimique; dans d'autres cas, au contraire, une plante venue sur de l'argile contiendra de la chaux.

On peut jusqu'à un certain point se rendre compte de ces résultats très remarquables en observant que les plantes ne s'assimilent les substances minérales qu'avec une extrême lenteur et qu'elles les absorbent dans des eaux qui en contiennent.

M. Boubée ne pense pas que les circonstances physiques jouent un rôle aussi considérable que l'admet M. Thurmann; la composition chimique lui paraît beaucoup plus importante; néanmoins, il faut distinguer entre la nature du terrain géologique et celle du sol agricole qui ne dépend pas seulement de cette dernière, mais qui, se formant ordinairement d'alluvions, recoit aussi des éléments étrangers, apportés par les eaux; de là des différences dans le sol agricole et dans la végétation qui le recouvre.

C'est ainsi que la chaux, les alcalis, se renouvellent dans la terre végétale. On a cité la vigne qui se plaît dans les terrains fragmentaires; c'est qu'elle y trouve des granites décomposés qui lui fournissent de l'alcali; c'est la même cause de fécondité que la digitale trouve dans la Sologne. M. Boubée insiste, en terminant, sur l'importance des amendements alcalifères, qu'il croit avoir été le premier à signaler aux agriculteurs.

M. Élie de Beaumont pense, comme M. Boubée, que M. Thurmann a exagéré l'importance des circonstances physiques, et les faits cités ne lui semblent pas probants contre l'influence chimique des sols. Ainsi le Keisersthul, dont les roches contiennent des silicates de chaux, peut agir chimiquement de la même façon que les calcaires du Jura; et cela expliquerait la similitude des végétations. On a opposé aussi les granites aux molasses, mais ces dernières contiennent du quartz, de l'argile, un ciment calcaire. Ces éléments peuvent agir chimiquement comme les éléments du granite.

On peut d'ailleurs citer des faits qui établissent victorieusement l'influence de l'élément chimique sur la végétation : par

exemple, l'effet prodigieux du chaulage sur les terres siliceuses de la Bretagne. M. Elie de Beaumont rappelle que M. Durocher a publié un mémoire, dans lequel il a analysé avec soin les influences physiques et chimiques sur la végétation, et montré comment elles pouvaient se substituer l'une à l'autre.

M. Ch. Deville fait observer que les circonstances physiques et chimiques qui influent sur les sols ne sont pas aussi indépendantes les unes des autres qu'on semble le croire le plus souvent. En étudiant les propriétés physiques et mécaniques des divers éléments chimiques du sol, on se rendra compte presque toujours des anomalies apparentes.

Relativement au fait remarquable signalé dans la note de M. Thurmann, de la température plus élevée des sources de Porrentruy, comparée à celles de Bâle, placées à un niveau inférieur, M. Deville cite l'observation d'un fait analogue, fait par lui, à la Guadeloupe. Cette île se compose de deux portions, de nature entièrement différente : l'une est volcanique, l'autre calcaire. Les puits de la première présentent une température d'environ 1 degré et demi supérieure à celle des puits de la seconde. Dans l'évêché bâlois c'est, au contraire, le terrain calcaire qui communique aux sources la température la plus élevée; mais il faut remarquer que ces calcaires sont très compactes et peu fissurés, tandis que ceux de la Grande-Terre le sont extrêmement, et laissent sans doute s'infiltrer, avec une grande promptitude, les eaux pluviales. Il ne serait pas impossible, d'ailleurs, que les eaux de la Guadeloupe volcanique fussent toutes légèrement thermales.

M. Boubée, par suite d'une discussion qui a eu lieu dans la dernière séance, présente les considérations suivantes :

On voit, sur divers points des rivages de toutes les mers, des niveaux, terrasses ou étages occupés par des débris récents parmi lesquels on retrouve le plus grand nombre des animaux qui vivent encore dans les mêmes parages, et avec eux aussi des animaux qui ne vivent plus dans l'endroit même, mais que l'on retrouve ordinairement un peu plus loin dans la même mer. Ces niveaux, ces étages, ces terrasses, dont on cite chaque année de nouveaux exemples autour de l'Océan, autour de la Méditerranée, et même autour de quelques mers intérieures, s'élèvent à des hauteurs très

différentes, quelquefois de 5, 10, 20 mètres, et même bien davantage au-dessus du niveau actuel de ces mers. On les a ordinairement considérés comme résultant de failles survenues dans ces localités ; mais si l'on observe combien ce phénomène est général sur le globe, on ne pourra continuer d'admettre ce système de failles qu'on devra conserver tout au plus pour expliquer celles de ces terrasses qui s'élèvent à des auteurs anormales. Quant aux autres, je les considère comme parfaitement analogues et comparables aux terrasses latérales que présentent les *vallées à plusieurs étages*, d'autant que ce phénomène analogue se rapporte précisément à la même époque géologique, et qu'il me paraît avoir avec lui une connexion manifeste.

Or, la cause et l'origine des étages dans les vallées sont maintenant faciles à indiquer et assez généralement admises. L'un des premiers j'en ai fait l'objet d'un travail étendu que j'ai eu l'honneur de lire en 1830 à l'Académie des sciences de Paris, et dont les journaux d'alors, notamment *le Temps*, donnèrent une longue analyse. Je montrai que ce phénomène si général de vallées à plusieurs étages prouve incontestablement qu'à l'époque de ces étages il coulait dans ces vallées une masse d'eau incomparablement plus grande que celle qui y coule aujourd'hui. Je crois même rester beaucoup au-dessous de la vérité en estimant qu'il coulait alors dans nos vallées *deux* ou *trois cents fois plus d'eau* qu'il n'y en coule actuellement.

Dès lors et en raison de la généralité de ce fait dans toutes les grandes vallées du globe, les mers devaient atteindre un niveau plus élevé, ce que démontrent et constatent d'une manière irréfragable, je le répète, ces niveaux, ces étages successifs qu'on observe de toutes parts le long des rivages, et qui souvent même font suite aux terrasses des vallées.

Comme objection suprême, on m'a demandé d'indiquer la cause et l'origine : 1° de cette grande quantité d'eau qui coulait dans nos vallées ; 2° de la diminution successive constatée par les caractères des étages inférieurs des vallées, et de dire en troisième lieu ce qu'est devenue cette grande masse d'eau qui semblerait avoir alors disparu de la surface du globe.

Je suis loin de pouvoir répondre complétement à ces questions; mais les faits que j'ai rappelés et rapprochés n'en demeurent pas moins positifs, incontestables ; et toutefois je puis du moins faire entrevoir une explication ; car, dans les immenses glaciers qui régnaient à cette époque, on peut trouver, en partie du moins, l'origine de ces fleuves énormes qui ont disparu en même temps que

ces glaciers..., et dans le soulèvement de la cordillière des Andes, par exemple, et autres soulèvements récents, on peut voir aussi l'une des causes qui en occasionnant au milieu des mers des affaissements ou enfoncements du sol correspondants, selon l'ingénieuse théorie de M. Constant Prévost, auront dû entraîner l'abaissement de l'ancien niveau des mers.

Ces causes ne sont pas les seules que je pourrais dès à présent invoquer. Toutefois il me suffit de les avoir indiquées pour montrer que si les phénomènes si considérables que j'ai rappelés et rapprochés semblent au premier aperçu dépasser les limites des théories reconnues jusqu'à présent, on peut néanmoins entrevoir qu'ils pourront venir par la suite à être clairement et complétement expliqués.

M. Hébert ne conteste pas qu'il ait pu couler dans les vallées une plus grande quantité d'eau, mais seulement qu'il ait existé une plus grande masse d'eau sur le globe.

M. Constant Prévost fait observer qu'en admettant comme constante la quantité d'eau à la surface de la terre, on peut concevoir, qu'en raison de certaines conditions variables, les eaux courantes pourront être plus ou moins abondantes, et les mêmes fleuves plus ou moins volumineux.

Si, par exemple, les cimes des montagnes étaient plus élevées (et l'on doit admettre que celles des montagnes actuelles l'ont été de toute la quantité de débris qui comblent les vallées); si des bassins, aujourd'hui à sec, étaient submergés; si la température des plaines basses était plus chaude (comme les derniers sédiments et les fossiles qu'ils renferment concourent à démontrer que cela a été pour l'époque géologique qui a précédé la nôtre), alors l'évaporation serait plus active et plus considérable dans les parties basses; les brouillards, les pluies, les neiges tomberaient avec plus d'abondance sur les sommités; les glaciers seraient plus nombreux et plus étendus, et, par suite, les sources que ces derniers alimentent verseraient dans un temps donné beaucoup plus d'eau dans les fleuves.

Dans les questions de la nature de celle qui s'agite, il importe de ne pas oublier que souvent des faits analogues sont le résultat de causes diverses qu'il ne faut pas confondre; ainsi, par exemple, l'existence de traces de l'action des eaux sur les

bords des vallées et de la mer à des hauteurs supérieures au niveau qu'atteignent maintenant les eaux ; de grandes plages de graviers et cailloux roulés, et même de collines, laissées à sec ; les terrasses étagées que présentent les rives de presque tous les grands fleuves, ne démontrent pas nécessairement que les eaux fluviatiles ont été plus abondantes, ou que le niveau général des mers était plus élevé, ou même que le sol a éprouvé des élévations relatives. Ces divers signes n'indiquent le plus souvent qu'un changement dans le régime des eaux produit par des circonstances toutes simples et toutes naturelles. Faisons une application : n'est-il pas évident que l'écoulement continu des eaux d'un grand fleuve, depuis ses sources jusqu'à son embouchure, dépend moins de la configuration originaire du sol des vallées que des modifications graduelles et successives que celui-ci a éprouvées? N'observe-t-on pas que presque toujours les eaux descendant des sommités ont été arrêtées originairement dans des bassins en étage, séparés les uns des autres par des digues plus ou moins élevées ou solides, que diverses causes ont contribué à abaisser et à faire disparaître? On ne peut enfin se refuser à admettre que la canalisation de la plupart de nos cours d'eau n'ait exigé un temps très long pour s'établir, tout comme on est autorisé à prévoir qu'un jour viendra où les eaux qui se rassemblent dans le grand lac Supérieur de l'Amérique du Nord s'écouleront sans interruption jusque dans le golfe Saint-Laurent. Qui ne voit les conséquences de la destruction graduelle des digues qui séparent maintenant les grands lacs intermédiaires, l'abandon des rives actuelles, la formation de terrasses, la mise à sec d'immenses plaines de sédiments découpées par des ravins profonds, etc.? Et lorsqu'un canal sinueux, un fleuve normal, descendra de l'emplacement en partie desséché du lac supérieur jusqu'à la mer, la quantité d'eau courante passant à Québec sera probablement à peu près ce qu'elle est chaque année, et son niveau sur ce point sera à peine changé.

Par des considérations analogues, les eaux de la mer ne s'élèvent pas, comme on le sait, de la même quantité, par l'effet des marées, sur les divers points d'un même rivage ; ainsi, la différence entre la basse et la haute mer, qui peut être de 15 à

20 mètres dans la baie de Saint-Malo, n'est, dans le même temps, que de 4 à 7 mètres sur un grand nombre de plages du canal de la Manche. Ces différences tiennent évidemment à des circonstances locales, telles que la forme des côtes, celle du fond, la direction des courants, etc. Qu'un changement vienne à s'opérer sous ces divers rapports, et des traces de l'action actuelle des eaux pourront être observées plus tard sur certains points à plusieurs mètres au-dessus des plus grandes marées, de même que dans d'autres localités, des plages, depuis longtemps à sec, pourront être inondées, et cependant le niveau général de la mer n'aurait pas plus changé que celui des terres.

On doit comprendre, par ce qu'il a dit précédemment, que M. Constant Prévost se garde bien de vouloir expliquer, dans tous les cas, par des causes analogues aux exemples cités, l'existence des effets de l'action des eaux loin de la présence actuelle de celle-ci; le plus fréquemment il y a lieu de tenir compte des nombreuses dislocations du sol, qui, en occasionnant des changements de niveau, ont produit le déplacement des eaux et changé la direction de leur écoulement.

Pour résoudre les divers problèmes géologiques, il importe de n'omettre aucun des nombreux éléments dont chacun se compose, et il est nécessaire, avant tout, de bien poser les questions que l'on se propose de discuter.

On peut choisir encore quelques exemples dans les effets variables des mouvements du sol pour faire voir l'importance des considérations précédentes : si, par hypothèse, un affaissement lent, continu, ou saccadé ou violent, du bassin actuel de la Seine, plaçait Paris à quelques pieds seulement au-dessus du niveau de la mer qui viendrait baigner les murs de cette ville, non seulement toute la partie inférieure de la vallée serait submergée, mais les eaux fluviatiles s'élèveraient et s'étendraient dans sa partie supérieure, et la Seine redeviendrait un large fleuve; si, au contraire, le même sol était élevé de manière que Paris se trouvât à 150 mètres au-dessus du Havre, au lieu de 32 mètres, les eaux de la Seine couleraient avec plus de vitesse; elles creuseraient un nouveau lit étroit sur le fond de son lit actuel; il se formerait un nouvel étage de terrasses dans la vallée principale et dans les vallées affluentes dont les rivières

seraient changées en minces ruisseaux : dans le premier cas le volume des eaux fluviatiles semblerait avoir augmenté ; dans le second il paraîtrait avoir diminué, tandis que la quantité d'eau versée par les sources pourrait n'avoir presque pas varié.

M. Martins ne pense pas qu'il y ait connexion entre la plus grande extension des glaciers et la plus grande masse des eaux : la quantité d'eau qui s'écoule d'un glacier n'est pas proportionnelle à son étendue.

M. d'Omalius-d'Halloy fait observer, en effet, que la quantité de neige ou de pluie peut être indépendante de l'extension des glaciers ; seulement, à la fonte rapide des glaces, il peut s'écouler, en un moment donné, une plus grande masse d'eau.

M. Rivière fait remarquer qu'on ne peut s'appuyer sur la grande extension des glaciers comme sur un fait parfaitement démontré, pour étayer une théorie.

M. Élie de Beaumont fait observer que la théorie de M. Boubée est à la fois en opposition avec les idées des glacialistes et avec celles des personnes qui admettent qu'il y a eu, à certains moments, de grandes débâcles, mais que, dans les époques normales, les rivières comme les mers étaient à peu près semblables à ce qu'elles sont aujourd'hui.

M. Alcide d'Orbigny fait la communication suivante :

Note sur les fossiles de l'étage danien, par M. Alcide d'Orbigny.

Classé depuis longtemps dans les dernières couches crétacées par M. Élie de Beaumont et par M. Lyell, l'étage danien a été désigné, par M. Charles d'Orbigny, sous le nom de *calcaire pisolithique*, et a été rapporté par lui, d'après de fausses déterminations de fossiles qui ont été faites, aux terrains tertiaires, où M. d'Archiac le classait également. La position stratigraphique montre que les couches reposent immédiatement sur les derniers dépôts de l'étage sénonien ou craie blanche, et qu'elles sont recouvertes par les argiles plastiques. Elles ont donc, dans le bassin parisien, succédé à l'étage sénonien et précédé les premiers dépôts des terrains tertiaires. Cette position intermédiaire, reconnue par tous les observateurs, tels que MM. Élie de Beaumont, Charles d'Orbigny, Hébert, Graves, etc., etc., aurait sans doute décidé la question, si M. Charles d'Orbigny n'avait été trompé par les fausses détermi-

nations qui lui avaient été fournies. Cette circonstance engagea ce dernier, géologue à nous communiquer tous les types déterminés comme des espèces tertiaires. A ces types nous avons joint le fruit des incessantes recherches faites sur tous les bassins de Paris par M. Hébert, et avec ces matériaux nous avons commencé un travail sérieux sur l'ensemble. Pour arriver à reconstruire les espèces à l'état de moules et d'empreintes, nous en avons fait des moulages, et après quelques mois de recherches et de comparaisons minutieuses, nous sommes arrivé à trouver la faune fossile de l'étage danien, composée des espèces qui vont suivre ;

ANIMAUX MOLLUSQUES.

Céphalopodes acétabulifères, d'Orb.

Belemnitella, d'Orb., 1839.

1. *Mucronata*, d'Orb., 1839. Suède, Faxoë. (D'après M. Lyell.)

Nautilus, Breynius, 1732.

2. *Danicus*, Schlotheim, 1820. *Petref.*, p. 117. Lyell, 1835. *On the cret.*, p. 250, *Trans. geol. Soc.*, Suède, Faxoë, Laversine, Vigny, près de Beauvais.
3. *Hebertinus*, d'Orb., 1848. Grande espèce globuleuse, très convexe, lisse, à ombilic très étroit (dans le moule), cloisons peu arquées, non sinueuses, à siphon placé bien plus près du retour de la spire que du bord externe. Montereau (Seine-et-Marne), La Falaise, Montainville, près de Beynes (Seine-et-Oise).

Baculites, Lamarck, 1799.

4. *Faujasii*, Lamarck. Danemarck, Faxoë (d'après M. Lyell).

Mollusques Gastéropodes.

Turritella, Lamarck, 1801.

5. *Supracretacea*, d'Orb., 1847. Espèce dont l'angle spiral est d'environ 16° ; à tours aplatis, saillants seulement à la partie antérieure, ornés de stries inégales longitudinales, dont une plus forte en avant. France, Meudon, près de Paris (Seine-et-Oise).

Natica, Adansou, 1757.

6. *Supracretacea*, d'Orb., 1848. Grosse espèce globuleuse, lisse, dont les tours ont un léger méplat près de la suture (sous le nom de *N. patula*). France, Falaise, près de Beynes ; Port-Marly, près de Saint-Germain ; Meudon, près de Paris.

TROCHUS, Linné, 1758.

7. *Polyphyllus*, d'Orb., 1846. Moyenne espèce, remarquable par ses tours de spire anguleux, pourvus, sur l'angle, de longues expansions foliacées, anguleuses; de deux côtes en dessus et de quatre au-dessous de cette carène. France : La Falaise, près de Beynes.

8. *Gabrielis*, d'Orb., 1847. Espèce petite, conique, à tours étroits, légèrement saillants en toit, les uns sur les autres, ornés d'une série de légères nodosités et de stries fines longitudinales. France : La Falaise, près de Beynes ; Vigny, près de Gisors (Oise).

SOLARIUM, Lamarck, 1801.

9. *Danaë*, d'Orb., 1847. Espèce voisine du *S. granulatum*, mais plus déprimé et presque enroulé horizontalement, à très large ombilic, caréné extérieurement et muni d'une côte tuberculeuse en dessus. France : La Falaise, près de Beynes; Meudon.

TURBO, Linné, 1758.

10. *Gravesii*, d'Orb., 1848. Espèce conique, élancée, à tours étroits, saillants, ornée de 9 côtes longitudinales tuberculeuses. France: La Falaise.

PLEUROTOMARIA, Defrance, 1825.

11. *Penultima*, d'Orb., 1848. Belle espèce dont l'angle spiral est de 82° d'ouverture, formée de tours légèrement évidés au milieu, ornés de fines côtes granuleuses, longitudinales, avec lesquelles se croisent des lignes d'accroissement; bande du sinus, près de la suture, dont elle est séparée seulement par 3 stries; dessous, légèrement ombiliquée. France : Falaise.

OVULA, Bruguière, 1791.

12 *Cretacea*, d'Orb., 1848. Espèce ovale, lisse, prolongée en avant et en arrière, du côté de la bouche; spire conique saillante, bouche très étroite, droite (le jeune est donné comme *Olivà Brandaris*). France : La Falaise, près Beynes; Vigny, près Gisors (Oise).

13. *Bullaria*, d'Orb., 1847. *Cypræa bullaria*, Lyell, 1835. *On the Cret.*, p. 250. *Cyprecites bullaria*, Schloth. Danemark.

VOLUTA, Linné, 1758.

14. *Subfusiformis*, d'Orb., 1848. Espèce fusiforme, un peu voisine du *V. Requieniana*, mais plus allongée, et ornée seulement de 4 à 5 saillies longitudinales. France : Vigny.

MITRA, Lamarck, 1801.

15. *Vignyensis*, d'Orb., 1848. Petite espèce, allongée, subpupoïde, à péristome prononcé, dont le moule intérieur est lisse, avec 4 plis sur la columelle. France: Vigny, près de Gisors.

Fusus, Bruguière, 1791.

16. *Neptuni*, d'Orb., 1847. Espèce longue de 12 centimètres, allongée, lisse, à tours peu convexes, le dernier très grand, pyriforme, muni d'un assez long canal. France : La Falaise, Vigny, Royan (Charente-Inférieure).

Fasciolaria, Lamarck, 1801.

17. *Primo*, d'Orb., 1848. Espèce très voisine, pour la forme et les côtes, du *Fusus Manotianus*, et qui ne nous a pas montré d'autres caractères distinctifs que ses saillies longitudinales plus espacées et les 2 plis de la columelle. France : Falaise.

18. *Supracretacea*, d'Orb., 1848. Petite espèce fusiforme et même turriculée, à grosses côtes longitudinales, et munie de 3 plis sur la columelle. France : Vigny, près de Gisors.

Cerithium, Adanson, 1757.

19. *Carolinum*, d'Orb., 1848. Espèce voisine d'aspect du *C. Requienianum*, mais avec des côtes longitudinales plus nombreuses, moins correspondant exactement d'un tour à l'autre, et ornée, sur chaque tour, de 3 côtes inégales, transverses. France : La Falaise (Seine-et-Oise), Mont-Aimé (Marne), Meudon.

20. *Gea*, d'Orb., 1848. Espèce allongée, lisse dans l'âge adulte, à tours peu saillants, larges, pourvus de varices de distance en distance ; dans le jeune âge il y a des stries inégales, transverses. France : La Falaise.

21. *Bistorpinum*, d'Orb., 1848. Espèce longue de 12 centimètres, à tours non saillants, qui deviennent de moins en moins ornés, suivant l'âge ; jeunes, ils ont 4 côtes longitudinales noueuses, qui deviennent lisses à la moitié de l'accroissement de la coquille, et disparaissent chez les adultes, entièrement lisses ; le moule montre de distance en distance que la bouche avait 3 dents sur le labre et 1 pli sur la columelle. France : La Falaise (Seine-et-Oise), Ségur (Oise).

22. *Uniplicatum*, d'Orb., 1848. Coquille presque aussi grande que le *C. giganteum* (27 centimètres de longueur), et prise par erreur pour cette espèce, dont elle diffère par ses tours bien plus courts, par son angle spiral de 28° d'ouverture, et enfin par des ornements différents ; ses tours étant plans, lisses, marqués de 4 sillons longitudinaux et par un seul pli à la columelle (sous le nom de *Cerithium giganteum*). France : La Falaise, Vertus (Marne), Vigny, près de Gisors, Port-Marly, Meudon.

23. *Hebertianum*, d'Orb., 1848. Espèce longue de 15 centimètres, voisine du *C. uniplicatum*, mais s'en distinguant d'abord par 2 plis sur la columelle, par ses tours plans, ornés, à la partie supérieure, d'une légère côte, et, à l'inférieure, d'une série de petites nodosités peu saillantes. France : La Falaise, près de Royan, Vigny, près de Gisors.

24. *Uranus*, d'Orb., 1847. Espèce voisine du *C. Hebertianum*, mais à

tours de spire très finement striés en long, pourvus d'un sillon au milieu de leur largeur. France : La Falaise, près de Beynes.

INFUNDIBULUM, Monfort, 1810.

25. *Supracretacea*, d'Orb., 1848. Petite espèce, citée sous le nom de *Calyptræa trochiformis*, mais dont on ne connaît encore que le moule intérieur. France : Port-Marly.

CAPULUS, Montfort, 1810.

26. *Ornatissimus*, d'Orb., 1848. Espèce voisine, par ses lames concentriques, du *C. spirirostris*, mais s'en distinguant par son sommet non spiral, obtus, et par ses stries longitudinales, fines et non inégales. France : La Falaise, Port-Marly.

27. *Consobrinus*, d'Orb., 1848. Espèce voisine du *C. cornu copiæ*, mais plus large, plus courte, ornée de côtes rayonnantes bien plus saillantes, plus larges et régulièrement alternes; des rides concentriques profondes. France : La Falaise, près de Beynes; Vigny, près de Gisors.

EMARGINULA, Lamarck, 1801.

28. *Cretacea*, d'Orb., 1848. Petite espèce, voisine de l'*E. Sanctæ-Catharinæ*, élevée, étroite, comprimée, ornée de 11 grosses côtes rayonnantes, qui en ont chacune 3 inégales, intermédiaires. France : La Falaise, près de Beynes.

HELCION, Montfort, 1810.

29. *Hebertiana*, d'Orb., 1848. Grande et belle espèce ovale, à sommet latéral, ornée de quelques rayons indistincts et de quelques rides d'accroissement sur les grands individus. France : La Falaise, Vigny.

MOLLUSQUES LAMELLIBRANCHES.

CRASSATELLA, Lamarck, 1801.

30. *Hellica*, d'Orb., 1848. Espèce oblongue, également large partout, très bombée, tronquée et presque carénée sur la région anale, courte du côté opposé, ornée de rides concentriques assez régulières (sous le nom de *Cytherea obliqua*). France : Meudon (Seine-et-Oise), Vigny.

31. *Pisolithica*, d'Orb., 1848. Espèce citée comme le *C. tumida*, Lamarck, mais n'ayant que peu de rapports avec cette espèce; sa forme est oblongue, bien plus étroite; plus allongée sur la région anale, plus droite sur la région palléale; son moule diffère complétement, par le manque d'impressions palléales profondes, par ses empreintes musculaires non saillantes, etc., etc. France : Meudon (Seine-et-Oise).

CARDITA, Bruguière, 1789.

32. *Hebertiana*, d'Orb., 1848. Espèce quadrangulaire, renflée,

ornée d'environ 26 grosses côtes rayonnantes, saillantes, carénées, pourvues dessus d'une série de tubercules, et latéralement d'une saillie longitudinale (sous le nom de *Cardium porulosum*). France : Vertus (Marne), Port-Marly, Meudon.

LUCINA, Bruguière, 1791.

33. *Supracretacea*, d'Orb., 1848. Espèce circulaire, comprimée, ornée de côtes petites, concentriques, inégales d'accroissement (sous le nom de *Lucina grata*). France : Meudon (Seine-et-Oise), Port-Marly.

CORBIS, Cuvier, 1817.

34. *Multilamellosa*, d'Orb., 1848. Grande espèce ovale, voisine du *C. pertunculus*, mais beaucoup moins bombée, à côtes concentriques très rapprochées, à côtes rayonnantes à peine visibles (sous le nom de *Lucina contorta*). France : Vertus (Marne), Port-Marly, Meudon.

35. *Sublamellosa*, d'Orb., 1848. Espèce voisine et confondue avec le *C. lamellosa*, mais plus courte, bien plus bombée, à côtes concentriques plus espacées, moins régulièrement placées. France : Vertus (Marne), Meudon, Port-Marly.

CARDIUM, Bruguière, 1791.

36. *Pisolithicum*, d'Orb., 1848. Espèce rapportée à tort au *C. granulosum*, dont elle diffère, par sa forme plus ovale, moins oblique, tronquée non obliquement sur la région anale, enfin par ses stries le double plus nombreuses. France : Meudon, Port-Marly (Seine-et-Oise).

37. *Dutempleanum*, d'Orb., 1848. Espèce rapportée à tort au *C. porulosum*, dont il diffère par ses côtes arrondies, simples, plus rapprochées, et non poreuses. France : Meudon.

ARCA, Linné, 1753.

38. *Supracretacea*, d'Orb., 1848. Espèce ovale, oblongue, comprimée, plus longue et plus étroite du côté anal, élargie et courte du côté opposé, subcarénée antérieurement; ornée de côtes rayonnantes et de côtes concentriques croisées. France : La Falaise, près de Beynes; Vigny, près de Gisors (Oise).

39. *Merope*, d'Orb., 1848. Espèce voisine de la précédente, mais plus large et plus anguleuse sur la région anale; elle est ornée de côtes concentriques et rayonnantes bien plus grosses et plus saillantes. France : Port-Marly.

40. *Gravesii*, d'Orb., 1848. Espèce voisine de forme de l'*A. Galiennei*, mais plus étroite, plus longue, ornée de côtes concentriques fines, avec lesquelles se croisent des côtes rayonnantes (donnée sous le nom d'*A. rudis*). France : La Falaise, près de Beynes; Meudon, Port-Marly (Seine-et-Oise); Vigny, Laversine (Oise).

MYTILUS, Linné, 1758.

41. *Phædra*, d'Orb., 1847. Espèce voisine, de forme et d'ornements, du *M. lineatus*, mais plus étroite et plus acuminée sur la région buccale, plus large et moins oblique sur la région anale; ses stries rayonnantes plus interrompues. France : La Falaise.

LIMA, Bruguière, 1791.

42. *Carolina*, d'Orb., 1848. Petite espèce ovale, ornée de fines stries rayonnantes et de lignes d'accroissement marquées. France : Meudon (Seine-et-Oise), Vigny, La Falaise, Port-Marly, Laversine (Oise).

SPONDYLUS, Linné, 1758.

43. *Aonis*, d'Orb., 1848. Petite espèce irrégulière, ornée de stries rayonnantes, fines, inégales, avec lesquelles se croisent à peine quelques rares lignes d'accroissement. France : Laversine.

CHAMA, Linné, 1758.

44. *Supracretacea*, d'Orb., 1848. Convexe, arrondie, fortement contournée sur elle-même, ornée de très petites côtes concentriques, marquées de lignes rayonnantes aussi serrées que les côtes. France : La Falaise, Meudon.

OSTREA, Linné, 1752.

45. *Megæra*, d'Orb., 1848. Petite espèce, obronde, convexe, ornée de 5 grosses côtes rayonnantes peu régulières, très élargies à la région palléale. France : La Falaise.

46. *Canaliculata*, d'Orb., 1847. France : La Falaise.

MOLLUSQUES BRACHIOPODES.

RHYNCHONELLA, Fischer.

47. *Incurva*, d'Orb., 1848. *Terebr. incurva*, Schloth. *Cat.*, p. 65, n° 72. De Buch, *Mém. de la Soc. géol.*, III, p. 207, pl. XIX, fig. 6. Suède : Faxoë.

48. *Danica*, d'Orb., 1848. Espèce presque ronde, plus longue que large, à crochet courbé et saillant, ornée de côtes fines, rayonnantes, dichotomes; commissure palléale relevée d'un côté et abaissée de l'autre. Suède : Faxoë.

TEREBRATULA, Lwyd., 1699.

49. *Incisa*, Munst., de Buch, *Mém. de la Soc. géol.*, III, p. 204. Suède : Faxoë.

ANIMAUX RAYONNÉS.

PYRINA, Des Moulins.

50. *Freuchenii*, Desor, Agass., 1847. *Cat. syst.*, p. 92. Suède : Faxoë.

ECHINOLAMPAS, Gray.

51. *Francii*, Desor, Agass., 1847. *Cat.*, p. 106. *Clypeaster oviformis*, Defrance. France : Orglande (Manche).

DIADEMA, Gray.

52. *Heberti*, Desor, Agass., 1847. *Col. syst.*, p. 45. France : Orglande, Valognes (Manche).

CIDARIS, Lamarck.

53. *Venulosa*, Desor, pl. VI. Agass. *Cat.*, 1847, p. 24. Nord de l'Europe.

54. *Forchhammeri*, Hising. *Leth.*, *succ.*, pl. XX, fig. 2. Agass., *Cat.*, 1847, p. 24. France : Vigny, Laversine (Oise).

ELLIPSOSMILIA, d'Orb., 1847.

55. *Supracretacea*, d'Orb., 1848. Espèce voisine, de forme, de l'*E. obliqua*, également arquée, mais ayant extérieurement des côtes bien plus saillantes et plus égales. France : Port-Marly, Meudon, La Falaise (Seine-et-Oise); Vertus (Marne), Laversine, près de Beauvais (Oise).

56. *Meudonensis*, d'Orb., 1848. Espèce le double de la précédente, bien plus large et plus comprimée; les cloisons par groupes, séparées de trois en trois par une bien plus saillante. France : Meudon.

CALAMOPHYLLIA, Blainville.

57. *Faxoensis*, d'Orb., 1848. *Caryophyllia Faxoensis*, Beck, Lyell, 1847. *Trans. geol. Soc. of London*. Suède : Faxoë.

ASTRÆA, Lamarck, 1816.

58. *Hebertiana*, d'Orb., 1848. Espèce dont les cellules très espacées sont larges de près de 2 millimètres, à 6 doubles cloisons. France : La Falaise, près de Beynes

59. *Microphyllia*, d'Orb., 1848. Espèce dont les cellules espacées ont 1 millimètre de diamètre, 8 cloisons égales. France : La Falaise, près de Beynes.

PRIONASTRÆA, Edwards et Haime, 1848.

60. *Supracretacea*, d'Orb., 1848. Espèce à cellules ovales, comprimées, multilamellées, à columelle poreuse. France : La Falaise.

PHYLLOCŒNIA, Edwards et Haime, 1848.

61. *Oceani*, d'Orb., 1848. Belle espèce dont les cellules espacées ont un peu plus de 2 millimètres de diamètre, multilamellées, profondes; intervalles finement ornés de stries onduleuses. France : La Falaise, près de Beynes.

62. *Neptuni*, d'Orb., 1848. Espèce dont les cellules espacées ont 6 millimètres de diamètre, peu profondes et multilamellées;

intervalle finement strié. France : La Falaise, près de Beynes

ASTRÆA, Lamarck.

63. *Calipso*, d'Orb., 1848. Espèce dont les cellules rapprochées ont 2 millimètres de diamètre, et sont pourvues de 6 doubles cloisons; l'intervalle irrégulier. France : La Falaise.

POLYTREMACIS, d'Orb., 1849.

64. *Supracretacea*, d'Orb., 1848. Espèce dont les cellules sont intermédiaires, pour la taille, entre les *P. macropora* et *Blainvilliana*, les cannelures du pourtour saillantes en lames. France : La Falaise, Vigny.

ENALLHELIA, d'Orb., 1847.

65. *Regularis*, d'Orb., 1848. Espèce à rameaux comprimés, munis latéralement de cellules; stries extérieures très régulières. France : La Falaise, près de Beynes.

AMORPHOZOAIRES.

HIPPALIMUS, Lamouroux, 1821.

66. *Proliferus*, d'Orb., 1848. *Anthophyllum proliferum*, Goldf., 1830. *Petref.*, I, p. 46, pl. XIII, fig. 13. Suède : Faxoë.

Après un examen des espèces, nous sommes arrivé aux conclusions suivantes sur l'ensemble des caractères paléontologiques.

Des 66 espèces que nous connaissons, en y réunissant celles de Faxoë, aucune n'est, comme on l'avait pensé, identique avec les fossiles du calcaire grossier du bassin de Paris, et même nous pouvons affirmer que la faune fossile n'a aucun des caractères généraux des terrains tertiaires. Les espèces prises pour le *Cerithium giganteum* n'ont de rapports que dans la taille, car tous les ornements extérieurs et les plis de la columelle sont différents. Il en est de même des *Corbis lamellosa*, des *Cardium porulosum*, des *Crassatella tumida* qu'on avait cru y voir ; toutes ces espèces sont totalement distinctes, et ne sont pas réellement tertiaires.

Considérées comme faune, toutes les espèces constituent, au contraire, un *facies* purement crétacé. On y voit, en effet, des genres jusqu'à présent spéciaux à ces terrains; par exemple, les genres *Belemnitella*, *Baculites*, *Rhynchonella*, etc. Si ces caractères ne suffisaient pas, l'identité de quelques espèces communes avec l'étage sénonien viendraient le prouver jusqu'à la dernière évidence. M. Lyell cite à Faxoë la *Belemnitella mucronata*, spéciale partout à cet étage, et le *Baculites Faujasii* propre à Maëstricht. Nous y avons reconnu deux autres espèces crétacées qui sont communes

entre l'étage danien et l'étage sénonien; ce sont le *Fusus Neptuni* et l'*Ostrea canaliculata*, qu'on trouve dans l'étage sénonien à Épernay, à Royan, et dans l'étage danien, à la Falaise, à Vigny, etc. Ainsi donc les espèces, comme les genres, en font bien une faune des terrains crétacés. D'un autre côté, l'identité, à Faxoë, comme à Laversine, comme à Vigny, du *Nautilus danicus*, si bien caractérisé par les sinuosités de ses cloisons et sa forme, prouve que tous ces points dépendent d'une seule et même faune contemporaine.

En résumé, l'ensemble numérique des espèces se divise ainsi qu'il suit :

Espèces communes aux étages sénonien et danien. . .		4
Espèce commune entre la France et la Suède. .	1	
Espèces spéciales à la Suède.	8	
Espèces spéciales à la France.	53	
Total des espèces spéciales à l'étage danien. . .	62	62
Total égal à l'ensemble.		66

M. Hébert, à l'occasion de la communication faite par M. Alcide d'Orbigny sur les fossiles du calcaire pisolitique, donne à la Société les renseignements suivants :

Le calcaire pisolitique existe à *Ambleville*, à 8 kilomètres à l'ouest de Magny (Seine-et-Oise). Il est exploité depuis longtemps à l'extrémité du parc d'Ambleville, et avait jusqu'ici échappé aux regards des géologues, lorsque M. Barbier, de Magny, en examinant cette roche, il y a deux ans environ, reconnut que c'était du calcaire pisolitique. Ses caractères sont exactement les mêmes que dans les autres localités où il a été observé ; c'est la même roche, ce sont les même fossiles.

Les bancs exploités sont d'un grain très fin; ils sont homogènes, friables, mais ils durcissent promptement à l'air. A peine y aperçoit-on quelques traces de débris organiques, tandis que les couches qui forment le ciel de la carrière en sont pétries. Ce calcaire friable, durcissant à l'air, d'un très beau blanc, s'exploitant à l'aide de scies à main, rappelle tout à fait celui des carrières de *la Falaise*, près de Vertus (Marne).

J'ai constaté que le calcaire pisolitique est recouvert à Ambleville par des argiles qui forment un niveau d'eau et qui le séparent du calcaire grossier inférieur. Ces argiles appartiennent évidem-

ment à l'assise des lignites dont l'existence dans cette contrée est mise hors de doute par les faits suivants :

1° Ils existent à Magny, comme on le sait depuis longtemps; au *Petit-Saint-Gervais* ils supportent les sables glauconieux, base du calcaire grossier proprement dit, et sont représentés par une mince couche d'argile noire remplie de *Cyrena cuneiformis*, d'*Ostræa bellovacina ?* en fragments.

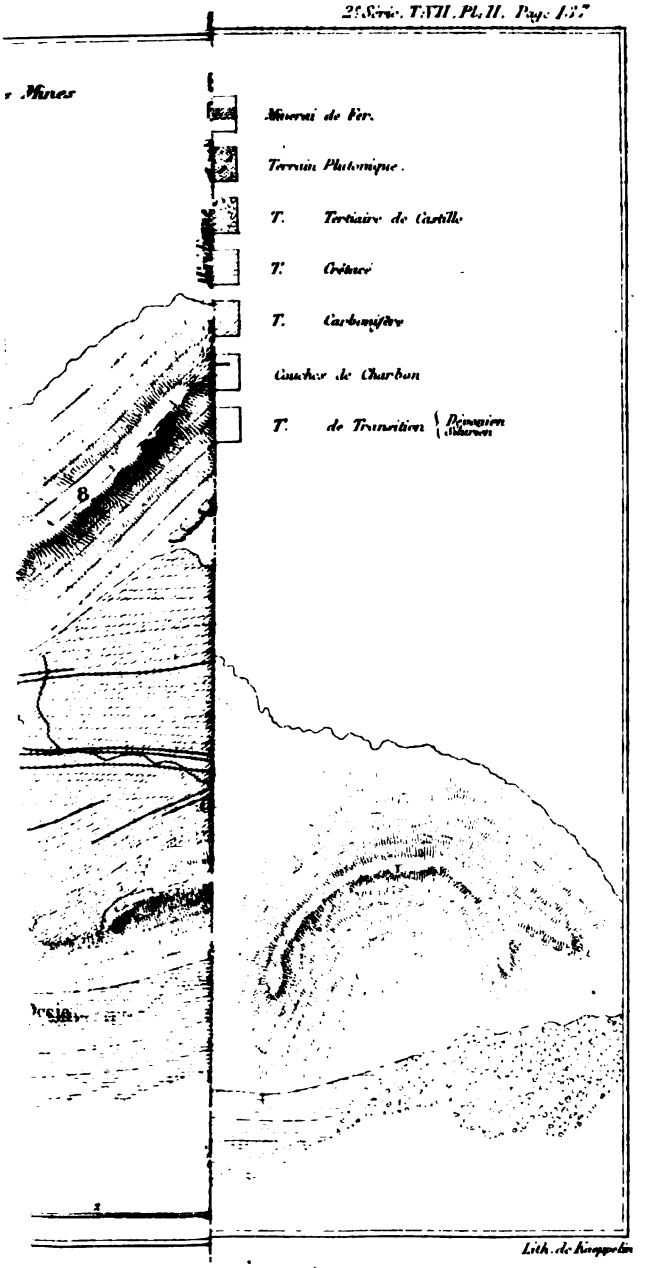
2° J'ai retrouvé les argiles à lignites avec abondance de *Cyrena cuneiformis* et de *Cerithium variabile* sur la route de Vernon à Gisors, entre le moulin de Fours et Cahaigne, à 10 kilomètres, à l'O., du calcaire pisolitique d'Ambleville; mais là, comme à Magny, les fossiles sont à l'état de fragments. Dans ces deux points les lignites séparent la craie du calcaire grossier inférieur dont les limites occidentales sont, dans cette contrée, Écos, Civières, Fours, Fontenay, Cahaigne, Authevernes, Vesly, localités qui ont fourni aux habiles recherches de M. l'abbé Soriquet, curé de Vernonnet, une si riche collection d'échinides (*a*).

Les observations précédentes m'ont engagé à aller de nouveau à Montainville pour y vérifier la nature de la couche qui repose sur le calcaire pisolitique. J'ai été cette fois plus heureux que dans mes excursions précédentes. Le chemin qui descend de Montainville à la route de Beynes à Maule venait d'être abaissé de 1 à 2 mètres. Une coupe toute fraîche m'a montré, immédiatement au-dessus du calcaire pisolitique, une argile presque plastique de 3 à 4 mètres d'épaisseur, et dans laquelle je n'ai point vu de fossiles. La surface supérieure de cette argile est accidentée et comme dénudée. Le calcaire grossier inférieur (couche à *Cerithium giganteum*) qui la recouvre à l'état de sable glauconieux ne fait point suite à l'argile; il y a solution bien évidente de continuité.

Je dois donc rectifier ce que j'ai dit de contraire à cette dernière observation (*Bull.*, 2e série, t. V, p. 395, note (1), et p. 404, ligne dernière) à une époque où l'état des lieux ne m'avait point permis de reconnaître que les argiles des lignites recouvrent le calcaire pisolitique dans l'ouest du bassin de Paris, et en conclure que nulle part, d'après l'état actuel de nos connaissances sur ce point, le calcaire grossier ne repose directement sur cette assise.

M. Constant Prévost rappelle la détermination prise par la Société de maintenir, à perpétuité, sur la liste des membres de

(*a*) Voir *Bulletin*, 2e série, t. VI, p. 441.



Lith. de Kaeppelin

la Société, le nom du docteur Roberton, qui a fait à la Société un legs important; M. Constant Prévost, dans le but de transformer une exception en une règle générale, propose qu'une semblable décision soit applicable de droit à tout membre qui ferait don à la Société d'une somme ou d'une rente, dont la quotité sera fixée.

Cette proposition, appuyée par M. d'Archiac, est renvoyée au conseil.

M. de Verneuil donne lecture du Mémoire suivant :

Note géologique sur les terrains de Sabero et de ses environs dans les montagnes de Léon (Espagne), par D. Casiano de Prado, ingénieur des mines.

La compagnie Palentina Leonesa dont le but bien connu est l'exploitation des mines de houille et de fer situées sur la rive droite de l'Esla, dans le val de Sabero, me chargea, durant l'été de 1845, d'aller reconnaître le terrain où étaient tracées ses concessions, de les étudier et de les augmenter si je le croyais convenable. Cette mission m'obligea de lever le plan qui accompagne le présent mémoire et qui, bien que sur une échelle fort réduite, représente le territoire dans lequel se trouvent comprises les concessions de houille et quelques unes de celles de fer appartenant à la compagnie.

Le terrain carbonifère s'étend principalement dans la région où sont les villages de Sabero, Saelices, Olleros, Sotillo, Llama et Veneros, depuis les bords de la rivière Esla, s'allongeant jusqu'auprès de Colle et de Las Bodas, où il se cache sous une formation plus moderne (crétacée), dont je parlerai dans la suite de cette notice. Il occupe une vallée avec des versants opposés, dont l'un va du côté de l'Esla, tandis que l'autre incline vers le Rio Porma.

Le point culminant de cet espace (3,300 pieds) existe à l'ouest de Sotillo, avec une différence de niveau de plus de 1000 pieds au-dessus de l'Esla.

La direction des couches, abstraction faite des courbes et ondulations qu'elles forment, est sensiblement de l'E. à l'O. Leur inclinaison, lorsqu'elles n'atteignent pas la verticale, se dessine vers le S. avec des pendages variables depuis 45 jusqu'à 70°.

Les roches qui constituent cet ensemble sont des schistes grossiers, nommés *Cayuelas* dans le pays, des argiles schisteuses de couleur variable, noirâtres, grises, jaunâtres ou rouges, et

divers grès quartzeux, parmi lesquels se rencontre un grès celluleux, qui, par son aspect et sa légèreté, ressemble à une scorie; puis un autre grès à zones rouges, arquées et concentriques, qui offre généralement l'aspect d'un arbre scié en long et en large.

On trouve aussi du carbonate de fer de composition assez pure, mais peu abondant. Il gît constamment en rognons au milieu des roches dites Cayuelas, ou en petites bandes qui n'atteignent jamais une grande puissance.

Dans ce district on n'observe aucune couche calcaire contemporaine, comme cela a lieu en Asturies. On ne voit pas non plus de conglomérats quartzeux. Il existe seulement un poudingue à noyaux calcaires, dans le ravin, entre Monte de Castro et Castillo de San-Martino, puis un autre aux deux bords latéraux de la vallée longitudinale de Sabero. Il est souvent interrompu, et peut-être se rapporte-t-il plutôt au terrain sur lequel repose la formation carbonifère.

Les Calamites, les Fougères et les Sigillaria sont très abondantes; les Lépidodendron, les Lycopodiacées et autres végétaux de la flore houillère ne sont pas rares non plus.

Le charbon commence à se montrer avec une certaine abondance à la butte de San-Martino, située dans une espèce de golfe formé par la Peña de la Atalaya, celle de Castillo et la montagne de Llaneces, qui vers le sud domine le village de Sabero. Parmi de nombreuses couches il y en a quelques unes de fort puissantes et tellement arquées, que celles du centre sont presque repliées sur elles-mêmes. On peut suivre les couches malgré leurs nombreuses inflexions et leurs brisures, et s'assurer qu'elles sont appuyées contre la montagne, en grande partie calcaire, qui se dirige en ondulant depuis la Peña Corada jusqu'à l'endroit où elle se perd dans la plaine de Boñar, sous le terrain crétacé. Les charbons de cette série sont en général de mauvaise qualité, et ne fournissent pas un bon coke. C'est pour cette raison qu'on a donné le nom de la Seca (la Sèche) à la première mine de charbon qu'on a ouverte dans cette localité.

Au S. de l'usine et de l'établissement de San-Blas se présente sous forme arquée et à mi-hauteur de la petite montagne de Castro, une autre couche de houille, qui se prolonge vers l'ouest et arrive tout près de la plaine de Boñar. Vers son origine cette couche a une inclinaison de 45° vers le sud, mais plus loin elle se rapproche de la verticale. Sa puissance varie de 5 à 8 pieds, et elle est divisée dans le milieu par une bande de 6 à 14 pouces d'argile. Cette bande disparaît un peu au-dessus de Saeliçes, mais à l'O., vers Sotillo,

la même couche se divise en deux autres bien distinctes, chacune de 4 à 6 pieds, et au-delà du col de Sotillo, sur le même alignement, on reconnaît trois couches de 16, 7 et 5 pieds. Les charbons de ce groupe, qui appartient à la zone septentrionale, sont d'une excellente qualité et produisent un coke supérieur. C'est là que s'ouvrit la première mine de la Société originaire qu'on nomma Palentina.

Au centre de la vallée carbonifère il existe aussi d'autres couches de houille, parmi lesquelles on distingue celle de la Carmen, qui s'unit, non loin de Sotillo à une autre très puissante, de manière que leur jonction présente une épaisseur de 100 pieds de charbon, mélangé, il est vrai, d'un peu d'argile schisteuse. La naissance de cette couche est tout près du calcaire qui domine la fontaine de Saelices ; elle court ensuite vers l'ouest d'une manière assez constante, jusqu'à la rencontre du terrain crétacé de Boñar, sous lequel elle se cache. Sur toute cette ligne les 60 pieds de puissance de la couche donnent un charbon et un coke excellents, remarquables par la blancheur de la cendre que produit leur combustion.

La couche dont nous parlons est flanquée sur une partie de sa longueur, et à des distances variables, de deux autres couches également puissantes. Leur épaisseur se maintient, sur certains points, entre 50 et 60 pieds. Seulement, il s'en faut de beaucoup qu'elles aient la même constance que la première couche de la Carmen. Dans la partie où le terrain carbonifère est plus dilaté ces couches possèdent une plus grande épaisseur.

Il y en a encore d'autres qui, au contraire, disparaissent complétement vers les étranglements du bassin houiller. C'est ainsi qu'entre l'ermitage de Oceja et la Sierra de las Cuestas de Sotillo, on peut certifier qu'il y a plus de 180 pieds d'épaisseur de charbon, tandis qu'en face de la montagne de las Peñotas il y en a à peine la moitié.

Tous ces charbons, gras ou secs, appartiennent à un même terrain qui, ainsi que je vais le démontrer, paraît être indépendant de celui de transition sur lequel il repose. Pour cela, il suffit seulement d'examiner la relation des strates de chacun d'eux vers leurs points de contact.

Près de Llama, et à la droite du chemin qui conduit à Sotillo, on voit un îlot de calcaire avec des polypiers, qui a environ 40 mètres de longueur sur 8 à 10 de largeur, se dessiner nettement au milieu du terrain carbonifère. Dans chacun des deux terrains la direction des couches est identique et le pendage très sensiblement

vertical. Cependant la discordance de stratification est complète, les couches se trouvant interrompues et le calcaire étant fortement dénudé, même jusque dans la partie recouverte par le terrain carbonifère. Sur les bords ou extrémités du bassin carbonifère on ne saurait non plus mettre en doute l'indépendance de celui-ci; car dans la région de las Bodas, Veneros, Llama et Colle, le terrain crétacé recouvre directement les formations plus anciennes.

Dans la montagne qui longe au sud le bassin qui nous occupe, on croirait à la première vue pouvoir trouver des preuves d'une concordance de stratification entre le terrain carbonifère et celui de transition dont se composent les plus hautes crêtes. C'est ainsi qu'on voit près du col de Llama une couche de houille suivant une courbe pareille à celle de la montagne voisine. Le même phénomène se présente près de Castiello et des chapelles qu'on désigne sous le nom de los Arcos de Santa-Maria, sur la rive gauche de l'Esla. Toutes ces coïncidences ne sont qu'accidentelles, et sont dues aux dernières convulsions qu'a éprouvées l'ensemble de ces formations; car, en général, sur toute la longueur de la ligne méridionale qui limite le bassin, il y a discordance complète de stratification jusqu'à Castillo de San-Martino et la montagne de Llaneces.

La discordance des strates n'est pas moins appréciable sur la limite septentrionale, au moins depuis la rivière Esla jusqu'à la Sierra de Burcenda ou de las Cuestas, près Sotillo. Les couches houillères paraissent reposer de champ sur les tranches du terrain inférieur, et je ne crois pas qu'on puisse élever le moindre doute à cet égard, à la vue du plan joint à ce mémoire. J'aurais bien voulu pourtant rencontrer quelque point où cette discordance pût s'observer d'une manière directe; malheureusement je n'ai pu y parvenir. Je dirai seulement que, sur la rive droite de l'Esla, près de son confluent avec le ruisseau de Sabero, il existe dans le calcaire une grande cassure perpendiculaire qui montre les couches dans la position verticale et dirigées vers l'O. De la rivière, on ne voit pas le terrain carbonifère sur ces calcaires, mais si l'on gravit une hauteur, à une certaine distance du bord du bassin, on voit que les choses se passent comme je l'ai dit, bien qu'ici il y ait difficulté d'observer à cause du recouvrement de la terre végétale.

Si l'on réfléchit sur les mouvements du terrain carbonifère, depuis Sabero jusqu'à la côte Cantabrique, on ne peut qu'être étonné de l'énorme différence de niveau qu'il présente. Près d'Avilès, je suis entré dans une mine (mine d'Arnao), dont les galeries sont percées à un niveau plus bas que celui de la mer.

Sur quelques points de la chaîne centrale on voit le terrain carbonifère à 6,000 pieds au moins plus haut, et dans le val de Savero, on ne saurait évaluer sa hauteur à moins de 3,000 pieds. Je ne sais si l'on pourrait citer en Europe un second exemple de cette nature.

Une autre particularité qu'offrent encore non seulement les mines de charbon de Sabero, mais encore celles de tout ce terrain jusqu'à la mer, c'est que rarement on a dans les galeries des exemples de dégagement de grisou, de manière que la plupart du temps on n'a pas besoin de la lampe de Davy. Et pourtant le charbon de la plupart des exploitations est très riche en produits volatils (1).

Ne peut-on pas expliquer ce fait par le phénomène du redressement des couches, passant de l'horizontale à la verticale, et offrant ainsi des orifices béants aux dégagements de ces gaz que nous savons exister surtout en Angleterre et en Belgique, dans les couches horizontales, ou dans les couches inclinées recouvertes? La pression violente, exercée sur le combustible, a dû faire échapper plus facilement encore les gaz libres existant dans les charbons.

Terrain dévonien. — Le but principal du travail dont on m'avait chargé se bornait à fixer la véritable position des couches de houille, leur étendue, leurs accidents et leur importance, mais il m'a paru naturel d'étudier en même temps les terrains qui leur étaient contigus, qu'ils fussent plus anciens ou de formation plus récente.

La montagne méridionale du bassin de Sabero est un corps avancé de la chaîne Cantabrique qui, autant que j'ai pu l'observer, ne se représente plus ailleurs. De tous les affluents considérables du Duero, l'Esla, qui est le plus grand d'entre eux, la traverse complétement. J'en dirai presque autant du Rio Porma; de manière que vers l'E. la montagne n'arrive pas jusqu'au Rio Cea, ni vers l'O., jusqu'au Curuheño; elle se perd avant sous des couches plus modernes.

La direction des strates prise en général est de l'E. à l'O. Dans le plan joint au mémoire, j'ai cherché à tracer les arcs, plis et ondulations qu'on y remarque, et dont la vue cause souvent une grande surprise à ceux qui ne connaissent pas ce pays. Je citerai, comme exemple, les couches de la montagne qui domine Cistierna. Le pendage dominant est au S., quoique souvent on

(1) Voir le tableau d'analyses de houille par M. Paillette, publié dans le tome II de la seconde série du *Bulletin de la Société géologique de France*, p. 156.

voie des inclinaisons vers le N. et des parties complétement verticales.

La ceinture de cette petite chaîne au S., ou du côté de la plaine, se compose de craie, d'un peu de terrain carbonifère qui n'est pas visible partout, et d'une bande de calcaire noir très compacte, croisé en tous sens de veines et de filets blanchâtres de spath calcaire, se divisant en plaques extrêmement minces et présentant à la vue des strates d'une ligne et moins d'épaisseur. Avec ce calcaire alterne un schiste ardoisier, brun ou noir, assez dur, mélangé de quelques lamelles de mica, et qui fait effervescence avec les acides. On voit aussi, stratifiée en couches très minces, une cornéenne de couleur enfumée, qui n'est peut-être qu'un ancien schiste modifié. Le calcaire ne contient pas un seul fossile et ne donne pas la moindre odeur sous le choc du marteau. Quant au schiste ardoisier, il renferme des empreintes très déliées de plantes qu'il serait fort difficile de déterminer. La partie la plus élevée de Peña Corada, point culminant de ce district, est composée de ce terrain.

La ceinture septentrionale de la même montagne, plus large que la précédente, est formée en grande partie de calcaire qui passe du gris au blanc enfumé ou rougeâtre. Ce calcaire est accompagné d'un grès blanchâtre ou rougeâtre et d'un schiste brun ou jaunâtre, qui doit être un peu calcaire si l'on en juge par l'effervescence qu'il fait avec les acides.

Dans ce dernier terrain, on rencontre beaucoup de fossiles dont les principaux sont des Brachiopodes, des Crinoïdes et des Polypiers. Ils sont si abondants sur quelques points, qu'ils paraissent former à eux seuls la masse du terrain. On y voit aussi quelques calcaires à structure spathique, ou, pour mieux dire, formés d'une multitude de lamelles croisées en tous sens, qui ne sont autre chose qu'une agglomération de fossiles passés à l'état de calcaire spathique. J'en ai vu d'autres d'une bonne conservation, traversés par des veines de spath, ce qui prouve toutes les modifications qu'ont dû souffrir les terrains sédimentaires, postérieurement à leur formation. Disons qu'il est des points où l'on ne trouve aucunes traces de fossiles, tandis qu'il en est d'autres où l'on ne rencontre qu'une seule espèce. Il faut citer, par exemple, la montagne de Llaneces, au sud de Sabero, qui n'offre pour ainsi dire que la *Terebratula prisca*, et la montagne de las Peñotas, près Castiello, où domine la *Leptæna depressa*.

Le même terrain est très reconnaissable sur le côté opposé du bassin, au-dessus de Sabero et de Saelices, jusqu'à la Sierra de Burcenda, ainsi qu'à Fuentes, Santa-Olaya, Aleje, Alejico, Val-

dore et la Velilla, puis ensuite au delà de la Sierra de las Cuestas jusqu'à Felechas, Colle, et les hauteurs au nord de Grandoso.

Dans la montagne du S. le grès et le schiste qui accompagnent le calcaire sont peu développés. Sur le côté opposé ils occupent au contraire une grande extension. Les fossiles sont extrêmement rares dans le grès, quelquefois assez chargé d'oxyde rouge de fer pour former un minerai dont je parlerai bientôt. Cette particularité peut s'appliquer aussi, quoique plus rarement, au calcaire et au schiste.

C'est dans cette région que les roches présentent des contournements beaucoup plus considérables que ceux dont j'ai parlé dans la montagne du S. On y voit des directions et des inclinaisons en sens opposés, et de grandes masses isolées sans la moindre relation, de telle manière qu'on ne saurait se former une idée de la disposition primitive des couches ou de leur ordre de stratification. J'ai espéré sortir de ces doutes, vaincre ces difficultés, en agrandissant le plan que j'avais d'abord levé et en y faisant entrer, outre la zone du terrain carbonifère, une partie de ceux qui le touchent le plus immédiatement. Malheureusement je n'ai pu tirer de ce travail les conséquences que j'en attendais, ou pour mieux dire, j'ai reconnu que les bouleversements étaient encore plus considérables que je ne me le figurais.

Il en résulte que je n'ai fait que commencer un travail excessivement difficile que je ne pourrai peut-être pas continuer. Il me restera au moins la satisfaction d'avoir appelé l'attention sur un territoire inconnu jusqu'à présent et digne à mon avis des recherches des plus habiles géologues.

La montagne qui se dresse au nord de Sabero et de Saelices, entre la rivière Esla et la Sierra de Burcenda, offre à l'observateur un aspect assez original en raison des ceintures de calcaires qui la croisent dans le sens de la largeur, et s'élèvent ensuite vers la partie centrale en forme de murailles.

La Peña de Sextil Alto se perd dans la partie du S. au contact de la zone carbonifère. Vers le N. au contraire elle se contourne dans le village même de Verdiago, se dirige vers Valdoré et croisant deux fois l'Esla passe à Velilla, où elle reprend une direction septentrionale. A l'ouest de Sextil Alto on distingue une autre ceinture de calcaire interrompue à ses deux extrémités, de telle façon qu'on ne saurait dire, ni d'où elle vient, ni où elle va. Vient ensuite vers le couchant la bande désignée sous le nom de Solapeña, qui n'est qu'une continuation de la Peña del Cuervo, fortement repliée au passage de l'Esla. Elle disparaît au con-

tact du terrain carbonifère. Il y a encore la Peña Higel qui ne se continue pas vers le N., mais qui se contourne et se double comme la précédente, pour disparaître également aux abords du terrain houiller. Enfin plus à l'O. on rencontre deux autres de ces bandes calcaires qui disparaissent à peu de distance de la partie méridionale de la Burcenda, et qui, à l'extrémité opposée, entourent cette même montagne. Je ne puis déterminer les relations de ces bandes véritablement remarquables avec d'autres qui existent soit au nord de Vozmediano, soit au nord-ouest de la Sierra de Burcenda, car, je le repète, tout ceci est le commencement d'un travail difficile qui a besoin d'être continué. Au nord de la Peña Higel, sur les rives de l'Esla, s'élèvent deux masses isolées de calcaire dont on ne peut découvrir les relations. A l'ouest de la même montagne on voit un grès blanc ou jaunâtre, et même parfois rouge. Il renferme de 20 à 25 pour 100 de peroxyde de fer au Pico del Horreo. Il est suivi d'une bande de schiste brun-jaunâtre présentant dans certaines couches une couleur noire et des lits de minerai de fer; ensuite arrivent du calcaire et du grès jaunâtre, tous deux avec fossiles dévoniens, puis enfin des couches de calcaire rouge qui forment dans cette localité l'avant-dernière des ceintures calcaires qui enveloppent la Sierra de la Burcenda.

Entre la Peña Higel et la Peña del Cuervo, nous avons reconnu une autre bande de schistes à grains grossiers tellement ferrugineux, que c'est dans cette roche qu'a été ouverte la mine d'hydroxyde de fer de la *Salud*, qui appartient à la Société Palentina Leonisa. Ces schistes sont accompagnés de grès qui renferment des fossiles convertis en hydroxyde de fer.

Tout le terrain compris entre Solapeña et la Peña del Cuervo est composé de calcaire.

Entre Solapeña et Sextil Alto existe un terrain composé de grès, schistes et argiles schisteuses sans fossiles, mais parsemés de rognons de carbonate de fer, et ayant toute l'apparence du terrain carbonifère malgré l'absence absolue de la houille.

A l'est de Sextil Alto se dessine une ceinture de schistes dévoniens au contact desquels se charge de fer une couche de calcaire un peu argileux et fossilifère. C'est après ces schistes que se présente la Peña Utrera, faisant partie d'un large ensemble de grès durs, blanchâtres à l'extérieur et rougeâtres à l'intérieur. Lorsqu'ils présentent cette teinte, ils constituent un minerai de fer d'une richesse prodigieuse, rendant dans un endroit de 20 à 25 pour 100, et de 30 à 40 dans d'autres. C'est là qu'a été tracée la concession de la mine dite l'*Impondérable*. Ces grès sont accompagnés de

couches subordonnées de schistes gris verdâtre renfermant des fossiles mal conformés de forme cylindrique, près desquels on voit des corps amygdaloïdes rappelant la forme des coprolites.

On ne peut pas reconnaître dans la partie du S. d'où vient cette bande de grès, parce qu'elle ne se montre ni de l'autre côté du bassin carbonifère de Sabero, ni du côté de Santa Olaja ou de la Peña Corada. Vers le N. elle forme, depuis la rivière Esla, qui la coupe, un arc considérable, de manière que la même rivière la traverse de nouveau à une demi-lieue au N. de Valdoré.

On la revoit au défilé de Ventanillo de Villayandre, sur le chemin qui va à Riaño et à la partie orientale des Asturies, puis enfin à la Collada de los Muertos, lieu ainsi nommé non pas à cause d'une grande bataille, comme le dit la tradition, mais probablement à cause de quelque caverne à ossements : plus loin j'ignore si on peut la poursuivre. Au Ventanillo de Villayandre l'inclinaison des couches est au N. A Alejico elles penchent très fortement vers l'E. lorsqu'elles ne sont pas tout-à-fait verticales.

Les couches de Sextil Alto sont très inclinées à l'O., ainsi que celles de Solapeña, ce qui est l'inverse de celles de la Peña del Cuervo qui penchent vers l'E.

A la Peña Higel, la stratification est verticale ou offre des pendages dans le sens du N., de l'E. et de l'O. Toutes les couches du Pico del Horreo et de la Sierra de Burcenda inclinent de 40 à 50° vers le couchant. Sur la rive gauche de l'Esla, lorsque les eaux sont basses, on découvre vers le nord de la Peña del Cuervo une couche de schiste noir pétri de fossiles dévoniens, qui, sur la petite étendue où l'on a pu la reconnaître, plonge vers le N. de 10° environ.

A l'est de la Peña Utrera et des grès qui la constituent en grande partie apparaît une autre bande de schistes dévoniens qui, lorsqu'on aura fait une étude détaillée de ces montagnes, sera peut-être reconnue comme inférieure aux schistes dont j'ai déjà parlé. En effet, les fossiles diffèrent davantage de ceux du groupe carbonifère. Parmi eux on distingue les Térébratules remarquables de la section des concentriques et des Pentrémites que je n'avais jamais rencontrés jusque-là. Au S. cette bande est recouverte de terre végétale. Elle disparaît au contact du terrain carbonifère de Sabero, et, pour fixer les idées, je dirai que les villages de Aleje et Alejico sont bâtis sur cette même couche. Si on l'étudie au contraire du côté du N., on voit qu'elle se courbe bientôt un peu dans le sens de l'O., non loin du village de Villayandre, près duquel elle passe. Avec ce schiste alternent quelques couches très irrégulières de cal-

caire qui renferment abondamment, mais en général brisés, les fossiles caractéristiques que j'ai recueillis.

Non loin de la rivière, et au midi de l'église d'Aleje, j'ai observé un autre schiste gris bleuâtre faisant effervescence avec les acides et renfermant de petits lits interrompus d'un calcaire grisâtre sans fossiles qui, à la première vue, ressemble à une mosaïque de pierres alignées ou aux pavés d'une rue qui auraient tous la même dimension.

Cette bande est suivie d'une autre, composée de calcaire, qui se dirige pareillement vers le N. et qui prend, ainsi que cela se voit communément, une couleur rouge fortement prononcée au contact des schistes. Le calcaire contient alors de 15 à 20 pour 100 de fer. On y trouve quelques fossiles qui sont plus abondants dans la partie rouge, mais qui y sont plus mal conservés. Cette bande disparaît au S., près de Santa-Olaja, après avoir formé la Peña Alta et l'Escobio de Requejo coupés à pic par la rivière Esla. A l'E. paraît un autre schiste ferrugineux avec les mêmes fossiles qu'à la mine de la *Salud*. Ce schiste est micacé et renferme en couches subordonnées des lits de calcaire. Encore plus au levant existe une large zone de grès et de poudingues, qui va de Santa-Olaja au Pico Moro, suit la Peña de la Rosca et les montagnes de Aguasalio et de Fejed situées au levant du village d'Argobejo, et bientôt se contourne à l'E. où je ne l'ai pas suivie. Non loin et à l'E. du Pico Moro on rencontre le village et la Peña de Ocejo qui sont sur la continuation de ce terrain, lequel suit la même direction en accompagnant la formation charbonneuse sur 14 lieues de longueur, traverse les rivières de Cea, Carrion et Pisuerga, pour atteindre le village d'Orbo, dans les environs duquel l'un et l'autre disparaissent sous des couches de grès bigarré.

La Sierra de Burcenda est composée de grès blancs très durs, dans lesquels je n'ai pu trouver un seul fossile. Je ne connais pas la relation de ces grès avec ceux de même couleur ou de teinte rougeâtre qui courent dans le sens de l'O.

A Felechas on retrouve le calcaire dont fait indubitablement partie le petit îlot de même nature où s'arrête de ce côté le terrain carbonifère et commence le terrain crétacé. Ce calcaire n'a aucune relation avec les grès qui, vers le levant, composent exclusivement le sol, mais peut-être correspond-il, dans la direction de l'O., à ceux qu'on voit au N. de Colle. C'est dans cette dernière localité qu'on peut dire que le terrain véritablement dévonien a souffert le moins de dislocations. Les couches qui le composent courent dans la direction de l'O. N.-O. avec une si faible incli-

naison vers le S., qu'elles se rapprochent de l'horizontale sur la distance de 1 kilomètre pour se relever bientôt vers le N.

Les lits inférieurs les plus bas qu'on puisse voir, sur la rive droite du petit ruisseau qui descend de Vozmediano, sont composés de grès blancs très compactes. Il sont recouverts par un calcaire gris. Vers le N. se présente une série de couches verticales de grès ferrifère d'environ 200 pieds de puissance, dont je n'ai pu déterminer le point de jonction avec les calcaires et grès blancs dont je viens de parler.

Sur le calcaire gris repose un autre groupe de couches schisteuses grises ou d'un brun jaunâtre, extraordinairement fissiles et qui se décomposent avec une grande facilité en feuillets fort ténus. Dans les schistes se rencontrent des couches de calcaire jaune à l'extérieur, mais gris bleuâtre ou même noir dans les cassures fraîches de l'intérieur.

C'est dans cette bande et principalement dans le calcaire que les fossiles dévoniens sont abondants. Les espèces dominantes sont des Térébratules, des Spirifères, des Trilobites, des Crinoïdes et des Polypiers. Il y a une couche de deux pieds d'épaisseur presque entièrement composée d'articulations de Crinoïdes. Je n'ose pas dire que cette zone soit absolument la même que celle qui passe à Alejico et à Aleje, mais il faut convenir au moins que l'analogie est fort grande.

Au S., et reposant sur les schistes que je viens de décrire, existent des couches de calcaire ferrifère rendant de 20 à 25 pour 100 et remplies de détritus de fossiles impossibles à déterminer. Ces couches sont recouvertes du côté de Grandoso par un autre calcaire gris clair, pétri de fossiles brisés.

Le groupe schisteux dont il vient d'être question disparaît près de Grandoso, mais on le rencontre de nouveau à 7 lieues de distance, près Lavid, petit village situé à 7 lieues 1/2 de Léon, sur la grande route d'Oviédo, où il contient les mêmes fossiles.

Après les minutieux détails que je viens de donner et qui ne peuvent se comprendre qu'en suivant attentivement la carte jointe à ce mémoire, il me reste un doute à éclaircir : c'est celui de savoir si le combustible du Val de Sabero et de la Vega de Boñar, appartient au terrain houiller proprement dit ou au terrain dévonien.

Les travaux de MM. Paillette, d'Archiac et de Verneuil ont mis hors de doute que le véritable terrain houiller ou carbonifère existe à Langreo, Cabrales, Tudela, Mieres, Lena, Riosa, etc., de l'autre côté de la grande cordillère Cantabrique. M. Paillette croit qu'il existe

aussi en Asturies une houille bitumineuse qui est dans le terrain dévonien, à en juger par la superposition des couches, à moins que celles-ci n'aient été bouleversées d'une manière extraordinaire. En ce qui concerne les montagnes de Leon, je vais exposer les faits qui me sont connus.

Le terrain à combustible dont il est ici question s'y développe de l'E. à l'O. sur une étendue de 40 à 50 lieues, et peut-être sur un espace double, s'il est vrai qu'il arrive jusqu'à la ville d'Oporto, en Portugal, dans les environs de laquelle il y a quelques mines de charbon en exploitation. Je crois donc qu'on ne peut le séparer de la grande zone centrale des Asturies dont j'ai parlé. S'il ne se continue pas d'un versant à l'autre des montagnes, c'est là une de ces interruptions pareilles à celles qu'il éprouve sur les flancs de la Cordillère, et qui n'en peuvent faire méconnaître l'identité.

A Sabero même, la différence de stratification, que la formation carbonifère présente par rapport au terrain dans lequel elle est encaissée, est trop prononcée et sur une échelle un peu trop grande pour qu'on puisse admettre que ce soit un simple accident d'un même terrain, ainsi qu'il arrive parfois dans les régions qui ont éprouvé de grands bouleversements à différentes époques. Malheureusement, à l'exception des empreintes végétales, je n'ai trouvé dans ce terrain qu'un ou deux fossiles que j'ai envoyés à M. de Verneuil, à qui il appartient de jeter quelque lumière sur ce point véritablement intéressant.

Ce qui augmente la difficulté, c'est qu'il existe dans les montagnes de Fejed, à une demi-lieue au S. du village de Argobejo et à une lieue au N. d'Aleje, une bande de terrain houiller renfermant une couche de charbon bitumineux, au milieu du terrain dévonien et en stratification concordante avec lui sur toute la longueur où j'ai pu l'étudier. Sa direction est N.-E. S.-O., et les couches sont presque verticales ou inclinent vers le S.-E. Sa largeur n'atteint pas 200 pieds en beaucoup d'endroits. Cette bande se compose de schistes et d'argiles schisteuses noirâtres d'un jaune sale, de grès blancs peu durs, mélangés de quelques rognons de fer carbonaté. A chacune de ses limites existe un poudingue quartzeux, excessivement dur, qui forme à la surface du terrain des murailles dentelées, brunes à l'extérieur, et que jusqu'à présent je n'ai vues nulle part dans ces montagnes, mais qui existent dans les Asturies, au milieu du véritable terrain carbonifère. Ce terrain s'élève à une hauteur considérable, et dans la partie du S.-O. il est en contact avec le poudingue calcaire dont j'ai déjà

parlé, et qui, dans cette région, n'a pas une épaisseur de plus de 80 à 100 pieds.

Quoique je n'aie trouvé dans ce lambeau de terrain carbonifère d'autres fossiles que quelques impressions de Calamites, je ne puis pourtant croire qu'il appartienne au système dévonien, et la concordance de stratification observée me paraît due à ce phénomène connu, que, lorsque des couches de différentes époques ont éprouvé en commun des redressements considérables, elles affectent parfois la même direction et la même inclinaison.

Dans la zone la plus élevée des schistes dévoniens d'Aleje, qui est celle qui se trouve à l'O. du Pico Moro, j'ai remarqué que sur une certaine étendue de couleur presque noire il existait du charbon bitumineux en petites couches d'une ligne d'épaisseur. Pourra-t-on dire que ce charbon soit dévonien? J'en doute, car si, par un effet de dénudation, la formation houillère du Val de Sabero avait disparu, peut-être trouverait-on à leur place les roches dévoniennes tachées de noir et avec quelques restes de houille.

Cependant je dois dire que de nouvelles observations sont seules capables de décider ce point important de la géologie de la chaîne Cantabrique.

Outre la bande de terrain carbonifère qui existe au milieu des calcaires de Sextil Alto et de Solapeña, dont j'ai parlé dans le cours de ce mémoire, il s'en présente encore une autre très étroite au milieu des grès de la Peña Utrera, et en stratification concordante avec les couches des environs dirigées vers le N. Elle ne contient ni charbon, ni fossiles, ni empreintes végétales.

Sur ce même bord droit de la rivière Esla on rencontre, vers le couchant, un calcaire de couleur gris verdâtre avec des points verts et de petites taches ferrugineuses. La première fois que je l'observai, il me fit l'effet d'une roche plutonique altérée et en relation avec une amphibolite qui se voit sur le bord opposé du ruisseau. Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que sur ces couches calcaires, qui sont verticales, reposent, également en position verticale, les couches de grès de la Peña Utrera. Cela se voit bien surtout après le coude que fait la rivière à Verdiago, quand on observe vers le S. le calcaire et les couches de grès qui ont été détruites jusqu'à une assez grande distance, et dont il reste des blocs ou quartiers épars sur le terrain.

J'ai observé le même phénomène près Pola de Lena (Asturies), où de grandes bandes de calcaire gris reposent sur un schiste noir, les deux roches étant également verticales.

Roches d'origine plutonique et minerais de fer. — La première chose que je fis, en arrivant à Sabero, fut d'examiner les

cailloux roulés que charrie la rivière Esla. J'y trouvai des échantillons de différentes roches plutoniques, y compris des granites, ou plutôt des variétés de granite. Le même fait s'observe dans les torrents le Carrion, le Cea, le Porma et le Curuheno, et j'ai pu réunir, de ces divers lieux, douze ou quatorze espèces de roches tant granites que porphyres, syénites, diorites et variolites. Ces roches sont plus abondantes dans les montagnes de Léon que dans celles des Asturies, où cependant l'on trouve aussi quelquefois des cailloux de granite dans les ruisseaux. Disons, toutefois, que dans aucun de ces deux pays, ces roches ne se présentent en grandes masses et ne prédominent sur les autres terrains.

Dans la formation carbonifère on observe quelques traces de roches trappéennes. Dans ce cas le trapp ne me paraît pas dû à une éruption, mais à une substitution de matière. En suivant le chemin de Olleros à Oceja on voit une de ces masses à droite et presque dans la même direction que le chemin. Elle se présente d'abord en boules couvertes d'une croûte ferrugineuse, offre ensuite une texture compacte et une couleur verte, et finit par être composée de grès et d'amphibole, d'où l'on peut conclure que dans l'origine toute la masse n'était qu'un grès.

Il faut considérer au même point de vue, tant dans les Asturies que dans les montagnes de Léon, la plupart des minerais de fer qui se présentent dans les grès, les schistes ou les calcaires du terrain dévonien. Peut-être y a-t-il des personnes qui croient que tous les minerais de fer ont une origine mécanique et contemporaine du terrain où ils se trouvent. Quant à moi, je n'y vois, généralement parlant, qu'une action plutonique postérieure au dépôt, par suite de laquelle la matière métallique s'est substituée, en tout ou en partie, à la roche primitive. Peu importe que le peroxyde ou l'hydroxyde de fer affecte l'aspect et même la structure des roches stratifiées ; n'y a-t-il pas des pierres qui affectent aussi la structure organique, et qui ne sont que des pétrifications pénétrées de matière pierreuse ?

La masse de fer répandue dans les montagnes de Léon est vraiment prodigieuse. Le grès du terrain dévonien en est souvent imprégné d'une quantité qui va de 20 à 40 p. 100 et plus encore, et cela sur une épaisseur de 60, 80, 100 et 200 pieds. Ces couches si riches s'étendent sur plusieurs lieues, en conservant toujours leur structure arénacée. Elles sont ordinairement à grains fins ; quelques unes cependant offrent une structure amygdaloïde, c'est-à-dire qu'elles renferment des fragments arrondis de schistes, ou d'un autre grès très fin.

Il est assez remarquable que, bien que ces fragments ne soient

pas toujours convertis en minerais de fer, ces couches sont plus riches et plus recherchées pour la fonte que le grès à grains fins et égaux.

Le calcaire dévonien contient aussi quelques bancs qui constituent de vrais minerais de fer. Quoique assez pauvres en général, en les mêlant avec les minerais arénacés, ils servent de castine et produisent d'excellents résultats pour la fonte. Ces calcaires ferrifères se présentent au S. de Sabero, à Oleje, à Colle, à Grandoso et autres lieux près du contact des schistes et des calcaires dévoniens, et renferment des fossiles qui, quelquefois sont eux-mêmes chargés de fer. Dans quelques points ces couches constituent un minerai assez concentré.

A la mine dite la Salud, propriété de la Société Palentina Leonesa et qui est située au nord de Saelices, le minerai, répandu dans un schiste dévonien passant au grès, est un hydroxyde concentré, qui rend quelquefois jusqu'à 50 p. 100 de fer, et qui forme un banc irrégulier, lequel sur plusieurs points ne présente pas à l'œil le moindre reste de la roche primitive.

Près de Llama on voit aussi un peu de peroxyde de fer assez concentré dans une couche de calcaire sans fossiles, qui se prolonge le long de cette chaîne.

La Société Palentina-Leonesa possède aussi une mine de fer à Argobejo, sur le bord gauche de la rivière Esla, à deux lieues au N. de Sabero. Cette mine est dans le grès. La cémentation, ou pour mieux dire, la substitution s'est faite de telle manière que le peroxyde de fer concentré se présente tantôt en masses, tantôt en géodes. Les minerais de fer des montagnes de Léon et des Asturies ne sont pas toujours, il est vrai, suffisamment concentrés, mais on peut dire que dans aucune autre partie de l'Espagne la nature ne s'est montrée aussi prodigue de ce métal dont la quantité est pour ainsi dire inépuisable.

Lorsque le peroxyde de fer ne fait que teindre le grès ou le calcaire, on n'en saurait conclure qu'il est contemporain du dépôt, ou, si l'on veut, qu'il provient de sources ou d'éjections d'eaux ferrugineuses. Et en effet, si à côté des minerais de fer de ces montagnes on voit des marbres rouges, comme ceux de Santa-Olaja, à la gauche de l'Esla, ou des grès et argiles de la même couleur, on ne peut s'empêcher de croire que le fer provient d'une même source, c'est-à-dire de l'action plutonique qui se manifeste en beaucoup de points par la présence de roches amphiboliques ou d'autres analogues. Si la partie ferrugineuse était un fait dépendant du dépôt primitif, le fer ne serait pas aussi inégalement répandu dans les roches qu'il l'est en effet, se montrant souvent par grandes

taches qui traversent la stratification comme des bandes, ainsi que cela se voit dans un ravin, en allant de Saelices à Valdoré.

Le petit ruisseau qui descend de Vozmediano, et qui passe par Colle, Llama, Veneros et San-Adriano, traverse, avant d'arriver à Colle, une série de couches de grès qui, sur 200 pieds de largeur, constitue un véritable minerai de fer, bien qu'il ne soit pas toujours suffisamment riche. Au milieu de ces bancs se voient çà et là du feldspath et de l'amphibole, qui forment une roche particulière de couleur verte et rouge, d'un très bel aspect.

L'Esla traverse près d'Alejico quelques couches de grès ferrifère, semblable au précédent, qui ont 150 pieds de puissance, et où la Société Palentina-Leonesa possède l'*impondérable*, une des mines qui approvisionnent ses forges. Près de là, et sur la rive gauche de la rivière, on voit une grande masse d'amphibolite, au contact de laquelle sans doute le calcaire de la rive droite doit la couleur verte qu'il présente.

Dans le terrain qui forme les bords de la bande carbonifère de Sabero on trouve, outre les minerais de fer, quelques métaux de peu d'importance. Sur la montagne du S., et au bord droit de l'Esla, on voit quelques pyrites et carbonates de cuivre dans une couche de grès ferrugineux. Les mêmes minéraux se trouvent aussi au village même de Verdiago, irrégulièrement distribués dans une couche de grès blanc, intercalée entre des calcaires. Près de la mine de fer de la Salud, au N.-O. de Saelices, il y a aussi des indices semblables dans un schiste qui passe au grès. A Verdiago se trouve un filon irrégulier plein d'une argile grise avec quelques particules de galène, et au N. de l'ermitage de San-Blas il existe dans le calcaire et le grès un autre filon de plomb plus riche que le précédent, mais qui offre peu d'espérances, bien qu'à la vérité on n'y ait pas fait les travaux convenables.

Une des choses qui appellent le plus l'attention dans l'étude de ces terrains intéressants, ce sont les dislocations qu'ils ont éprouvées. Dans beaucoup de pays on peut facilement s'expliquer les accidents, que présentent les couches dans leur direction et leur inclinaison, par l'introduction de bas en haut de masses plutoniques, quand bien même elles n'ont pas toujours surgi à la surface. Mais dans le territoire de Sabero, de même que dans toutes ces montagnes, on ne sait comment expliquer ces accidents qui se présentent avec des circonstances toutes particulières. Les ondes que forment les couches dans la montagne du S., celles plus profondes encore que l'on observe sur la pente septentrionale de la montagne de Cistierna, les courbures de las Capillas, auxquelles se soumet la rivière Esla, celles du mont Llaneces, tout cela, en un mot, peut-il

être le résultat du soulèvement d'une seule masse ou même de plusieurs? Aucune des roches plutoniques que j'ai pu observer ne se présente de manière à faire croire qu'elle ait pu produire, dans la stratification, ces contournements qui paraissent dus à des forces agissant en tous sens.

Terrain crétacé. — Le terrain crétacé est un de ceux qui occupent la plus grande étendue dans la péninsule Ibérique. Dans les Pyrénées il apparaît dès leur extrémité orientale, tant sur le versant S. que sur le versant N., qui appartient à la France. En Aragon il atteint la ligne culminante, et continue ainsi jusqu'aux montagnes de Santander. Ensuite il ne se montre plus que sur les versants N. et S., et arrive d'un côté jusqu'au centre des Asturies, et de l'autre jusqu'à la rivière Luna au moins. Là s'arrêtent les explorations des géologues, mais quelque incomplètes qu'elles soient, on en peut conclure que le terrain crétacé se poursuit le long du système pyrénéen, tel que l'a fixé M. Élie de Beaumont, et n'arrive pas jusqu'en Galice, où la direction des montagnes, comme dans le Vierzo, dans la province de Zamora, et dans celles entre le Duero et le Miño, correspond plutôt à la direction du système du Finistère ou à celle du système du Westmoreland et du Hundsrück. Sur le versant méridional de la cordillère Cantabrique la craie n'était pas connue avant ma visite aux montagnes de Sabero. On ignorait si elle s'avançait au delà de Villarcayo, où l'avait signalée M. Schulz (1).

La partie inférieure de ce terrain, au moins depuis Becerrilejo jusqu'à la rivière Luna, sur une étendue de 25 lieues, est formée des restes d'un granite détruit. La couleur blanche qui domine dans ces couches, à cause de la grande quantité de kaolin qu'elles contiennent, les fait reconnaître à une grande distance. Elles sont accompagnées d'autres bandes de kaolin plus grossier, de couleur grise, rouge ou jaune que, même de loin, on ne saurait confondre avec les marnes irisées dont la couleur est plus obscure, et qui commencent à se montrer à Cervera et à Aguilar de Campo.

Le kaolin même le plus blanc n'est pas pur, mais il contient du sable blanc et des cailloux roulés de quartz vitreux, de lydienne, et même d'un granite qui a résisté à la décomposition. Il est accompagné d'un grès très grossier, qu'on peut appeler un granite régénéré.

A Becerrilejo, village situé à la tête du canal de Castille, le kaolin proprement dit manque, et à sa place se présente un grès désagrégé,

(1) Déjà depuis longtemps M. Paillette nous avait envoyé à Paris des fossiles de la craie de Rozas (près de Reynosa). *Ed. de V.*

ou plutôt des sables faiblement agglutinés avec des lits de cailloux de quartz et de lydienne qui marquent la stratification.

Ce kaolin n'est pas partout susceptible d'être employé pour la porcelaine fine; mais, comme il occupe une grande étendue de pays, il peut s'en trouver de qualité supérieure, comme le démontrent quelques pièces qui ont été fabriquées par ordre de la Société Palentina-Leonesa.

A l'état brut, et sans être lavé, il a servi et sert encore pour les briques employées dans la construction des fours de la fabrique de Sabero, briques qui, comme réfractaires, valent les meilleures d'Europe, ainsi que me l'a écrit le colonel Francisco Antonio Elorza, directeur des fonderies royales de Trabia, qui, à ma prière, a bien voulu les soumettre à l'épreuve.

Quelques uns des grès qui l'accompagnent sont également assez réfractaires, et servent avec le kaolin pour la construction des fours de Sabero. Si la Société n'avait eu recours à ces matières premières que lui offrait la localité, elle se serait vue dans la nécessité de dépenser des sommes considérables pour faire venir, comme on l'a fait dans les Asturies, ses briques de pays étrangers.

Ce kaolin était, avant mon voyage, absolument inconnu dans le pays, de telle sorte qu'on ne l'employait ni pour les tuiles ni pour les briques, parce qu'on ne savait pas le mélanger avec un peu d'argile commune pour lui donner la plasticité nécessaire. Dans quelques villages, on s'en servait pour blanchir les maisons en place de gypse ou de chaux, et je l'ai vu employer aussi pour ôter les taches. Il ne contient aucuns fossiles, ou du moins je n'en ai pu trouver de traces, mais je le considère incontestablement comme un équivalent des grès qui se trouvent à la base de la craie.

La première fois que je le vis, je crus qu'il correspondait à un terrain de transport ancien, parce que ses lignes de stratification ne sont pas toujours très apparentes.

Immédiatement au-dessus se présente le calcaire alternant avec le grès, l'un et l'autre d'aspect varié, avec des Hippurites, des Cyclolites, des Échinus, des Spatangues, des Exogyres, des Trigonies du terrain crétacé. En s'élevant encore plus haut dans la formation on rencontre des bancs épais composés de grès siliceux très purs et de couleur presque uniforme, alternant avec des calcaires grossiers.

Toutes ces couches s'appuyent sur les terrains plus anciens de la Cordillère, et pénètrent dans les golfes qu'ils forment, comme on le voit, dans la Vega de Boñar, et alors elles semblent alterner avec eux, comme cela arrive pour les couches à charbon, par rap-

port au terrain dévonien (1). Elles ne forment pas de montagnes, mais constituent des collines ou des coteaux peu élevés. Leur inclinaison n'est pas très grande ; cependant dans quelques points elles sont verticales, comme à Bencerrilejo, à Oceja, et près de Cistierna, sur la rive droite de l'Esla, et paraissent être concordantes avec les roches de transition sur lesquelles elles reposent, ou, pour mieux dire, sur lesquelles elles reposaient à leur origine.

Au terrain crétacé succède un poudingue très dur, composé de cailloux de grès et de calcaire provenant des terrains anciens de la Cordillère, et parmi lesquels j'ai vu peu de fragments de craie. Dans le commencement, j'ai cru que c'était un terrain diluvien, parce que je ne l'avais pas vu stratifié, et il ne paraît pas l'être en effet du côté de Cistierna. Mais plus au couchant, et surtout sur les bords de la Porma, j'ai vu le même terrain en gros bancs bien réglés sur une étendue d'une lieue du N. au S., depuis le village de Vegasquemadas (une lieue au-dessous de Boñar) jusqu'à celui de Lugan, avec une inclinaison de 30° au S. A Vidanes, sur la rive droite de l'Esla, et une demi-lieue au S. de Cistierna, repose sur ce poudingue un terrain en couches horizontales, que je n'ai pu encore étudier.

Cette lecture est suivie, de la part de M. de Verneuil, de quelques observations résumées dans la note suivante :

Note sur les fossiles dévoniens du district de Sabero (Léon).

En m'envoyant l'intéressant mémoire qui précède, son auteur y a joint une suite de fossiles collectés avec autant d'intelligence que de soin, et, pénétré de l'importance qu'acquiert chaque jour la paléontologie, il m'a exprimé le désir de voir publier les espèces nouvelles les plus intéressantes. En s'adressant à moi, ce savant distingué a bien voulu se rappeler que, déjà en 1845, j'avais, avec le concours de mon ami M. d'Archiac, fait connaître quelques fossiles de couches analogues découverts dans les Asturies par M. Paillette, un de nos collègues les plus dévoués à la science. Frappé de l'intérêt que présentait cette partie de l'Espagne, je résolus de la visiter et de me mettre à même de joindre au mémoire de M. Casiano de Prado quelques généra-

(1) Depuis que la carte a été gravée, j'ai vu que du côté de Yugueros il y a une bande de terrain carbonifère entre le terrain crétacé avec kaolin et le terrain de transition.

lités sur la paléontologie de la chaîne Cantabrique, qui pussent fixer le rôle et l'importance que l'on doit attribuer aux fossiles qu'il avait recueillis dans un district assez restreint. Malheureusement des circonstances indépendantes de ma volonté m'ont rappelé avant que j'aie pu suffisamment étudier ce beau pays. Comme je me propose d'y retourner ce printemps, je me bornerai pour le moment à une simple description des fossiles de Sabero, comprenant à la fois les espèces que je dois à l'obligeance de M. Casiano de Prado, et celles bien moins nombreuses que j'ai trouvées moi-même. J'y ajouterai une liste de tous les fossiles dévoniens que je possède tant des Asturies que des montagnes de Léon.

Le district de Sabero, auquel M. Casiano de Prado a consacré de longues et patientes études, est situé entre les rivières Esla et Porma, à environ 7 à 8 lieues au N.-N.-E. de la ville de Léon, dans les premiers et brusques relèvements de la chaîne Cantabrique. En quittant cette ville pour se rendre aux mines on traverse des plateaux ondulés, recouverts à la surface de nombreux cailloux roulés, la plupart siliceux et à l'état de quartzites. Les petites rivières dont ces plateaux sont découpés jusqu'à la profondeur de 200 à 250 pieds font voir qu'ils sont composés de couches meubles, arénacées ou argileuses, et entremêlées de quelques assises de poudingues.

Les couches qui sont horizontales autour de la ville de Léon, c'est-à-dire à 4 lieues de la chaîne, se relèvent peu à peu, et déjà à Lugan, sur la Porma, elles inclinent de 15 à 20° vers les plaines de Castille. Ce relèvement augmente à mesure qu'on approche de la chaîne, et à moitié chemin entre Lugan et Oceja on reconnaît que les couches de poudingues et de sable sont verticales et parallèles à la craie. Celle-ci, redressée verticalement elle-même, forme un mur qui, sur une assez grande étendue, ressemble à des remparts de fortifications. Cette craie est immédiatement adossée au calcaire dévonien qui constitue une arête découpée de plus de 1,000 pieds de hauteur, de l'autre côté de laquelle on descend dans l'espèce de dépression longitudinale où sont situés les schistes à combustibles de Sabero.

L'âge de ces schistes est encore problématique : c'est sans aucun doute une des questions les plus difficiles de la géologie de cette partie de l'Espagne, et je crois, pour répondre à l'appel de M. Casiano de Prado, devoir exprimer ici mon opinion à cet égard. C'est le seul point où je ne sois pas tout à fait d'accord avec cet habile géologue. En effet, je suis porté à considérer le terrain à combustibles de Sabero comme subordonné à la partie supérieure

du système dévonien, tandis que M. Casiano de Prado est plutôt disposé à le rapporter à l'époque carbonifère. Cette question, sur laquelle j'espère m'éclairer encore cette année, a d'autant plus d'importance que les charbons de Sabero sont peut-être les meilleurs de l'Espagne, les plus propres à la fabrication du coke, et qu'ils paraissent faire partie d'une zone qui depuis Reynosa et Orbo, dans la province de Burgos, jusqu'à Otero de las Dueñas, à l'O. de la route de Léon à Oviédo, occupe en longueur une étendue assez considérable.

Mon opinion s'appuie sur des considérations que je ne ferai qu'énumérer brièvement.

1° J'ai observé une véritable alternance entre les schistes à combustibles et le calcaire dévonien qui, vers le S., les sépare de la plaine de Castille. Ainsi en allant de l'usine de Sabero à la montagne du S., en face de Castillo de San Martino, on rencontre vers les bords de la formation schisteuse quelques couches calcaires, ayant en tout 10 à 15 pieds de puissance, remplies de fossiles dévoniens (*Terebratula reticularis*) et enclavées dans les schistes. Les couches sont verticales et tout à fait parallèles à celle du grand massif dévonien dont elles sont séparées par des schistes noirâtres semblables à ceux qui accompagnent les combustibles.

2° Si les couches de Sabero avaient été déposées en bassin entre les rives du calcaire dévonien, quelques redressements que ce bassin eût éprouvés depuis, on observerait entre ses couches, et particulièrement entre celles qui contiennent de la houille, une symétrie qu'il serait facile de reconnaître et qui n'existe pas. Les poudingues qui au N. séparent les schistes à combustibles du calcaire dévonien reparaîtraient au S. sur le côté opposé, ce qui n'a pas lieu.

3° Si la grande arête de calcaire dévonien qui sépare les dépôts de Sabero des plaines de Castille était inférieure à ceux-ci, et les avait traversés à l'époque du redressement de la chaîne, on devrait les trouver des deux côtés de cette arête, tandis qu'à l'extérieur ou du côté de la plaine on voit le calcaire dévonien immédiatement suivi du terrain crétacé.

4° En descendant le versant S. de la chaîne Cantabrique on rencontre à plusieurs reprises des conglomérats et des schistes avec quelques traces de houille qui semblent être placés à plusieurs niveaux dans le terrain dévonien; tels sont ceux de Pola de Gordon (1), sur la route de Léon à Oviédo; tels sont encore ceux de Argobejo, à 2 ou 3 lieues au N. de Sabero.

(1) Dans cette dernière localité les conglomérats inférieurs à la

5° L'étude de l'ensemble des phénomènes géologiques dans les Asturies m'a fait adopter l'opinion de mon ami M. Paillette à l'égard de certains gisements de combustibles, et je crois avec lui que, si la plus grande masse des dépôts houillers appartient incontestablement à l'époque carbonifère, il y existe cependant quelques dépôts plus anciens, tels que ceux de Ferrones et d'Arnao, qui sont enclavés dans le terrain dévonien. Or les fossiles de ces deux localités sont précisément les mêmes que ceux de Sabero.

6° Enfin l'extrême dissemblance qu'offre la chaîne Cantabrique sur ses deux versants me conduit encore à rapporter les couches de Sabero plutôt au terrain dévonien qu'au terrain carbonifère. Au nord de cette chaîne, en effet, se développe un immense terrain carbonifère à la base duquel existent, soit en masse, soit en bandes subordonnées aux grès, des calcaires marins remplis de *Productus* et autres fossiles caractéristiques. Au S., au contraire, on ne rencontre que des quartzites et des schistes surmontés de calcaires et de grès rouges dévoniens qui se prolongent jusqu'à la plaine de Léon (1), où se montre une lisière de craie à Hippurites. Si, par exception, les schistes à combustibles qui forment la bande étroite de Sabero avaient été déposés à l'époque carbonifère, on aurait peine à s'expliquer qu'ils ne continssent pas un seul des fossiles qui abondent de l'autre côté de la chaîne; or, malgré les recherches les plus assidues, M. Casiano de Prado n'a pu y trouver d'autres fossiles animaux qu'une seule *Posidonomya* inconnue dans les Asturies et dont on ne saurait tirer aucune conclusion.

Je ne veux pas pousser plus loin cette discussion géologique, mon but n'étant autre aujourd'hui que de décrire les fossiles des environs de Sabero. Ayant l'espérance de revoir bientôt cette partie intéressante de la chaîne Cantabrique, je dois me taire pour le moment sur les divers problèmes géologiques qu'elle présente. L'importance qu'avec juste raison M. Casiano de Prado attache à préciser l'âge des charbons de Sabero m'a seule engagé à dire

---

houille paraissent reposer en stratification discordante sur les calcaires dévoniens, comme si la production de ces conglomérats avait été précédée de quelque changement de niveau qui aurait redressé les dépôts préexistants.

(1) Sur la route d'Oviédo à Léon les derniers escarpements de la chaîne, près de Puente de Alba, sont composés d'un calcaire rouge, rempli de Goniatites plus grandes que celle du calcaire *griotte* des Pyrénées, mais qui sont peut-être du même âge : au delà on entre dans les plaines tertiaires.

mon opinion sur ce point. Cette question, en effet, n'est pas seulement une question scientifique et de pure théorie, et l'on comprend combien il est important dans la pratique de savoir s'il y a des combustibles exploitables au-dessous du terrain carbonifère, et dans quelles circonstances ils se rencontrent. Personne n'ignore aujourd'hui que tous ceux de l'Amérique septentrionale, dont la richesse en ce genre est presque fabuleuse, sont renfermés dans les limites du terrain carbonifère, et l'on sait aussi qu'il en est de même sur des portions considérables de l'ancien continent. Il est assez singulier que les seuls charbons exploités dans des couches plus anciennes paraissent jusqu'ici être limités à une zone qui suit le littoral de l'Océan, depuis la Bretagne jusqu'en Portugal. Les auteurs de la carte de France n'ont jamais varié sur l'âge des anthracites de nos provinces de l'Ouest et les ont toujours considérés comme plus anciens que le terrain carbonifère. La découverte faite par M. Triger de nombreux fossiles dans les calcaires qui accompagnent les combustibles de Viré, dans la Sarthe, est venue confirmer l'opinion de ces illustres savants. Ces fossiles sont très souvent les mêmes que ceux de Ferrones ou de Sabero. Quant aux charbons du Portugal, situés près d'Oporto, M. Sharpe prétend qu'ils sont encore d'une plus haute antiquité. Il a découvert en effet, dans les schistes qui les accompagnent, des Trilobites identiques avec ceux des schistes d'Angers, c'est-à-dire de l'époque du terrain silurien inférieur.

Quelle que puisse être, au reste, la divergence des opinions sur l'âge des charbons de Sabero (Léon), et de ceux de Ferrones et d'Arnao (Asturies), il ne saurait y en avoir sur celui des calcaires qui les accompagnent. Ce sont bien, au point de vue paléontologique, les mêmes calcaires que ceux de Viré, d'Izé, de Gahard près de Rennes, de la rade de Brest, de Nehou (Manche), et de Ferques en France, et l'on ne saurait douter, en parcourant la liste suivante, qu'ils n'appartiennent au terrain qu'on est convenu d'appeler dévonien.

Liste des fossiles du terrain dévonien des montagnes de Léon et des Asturies.

Phacops latifrons, Bronn. — Sabero (Léon), Viré (Sarthe), Eifel.
Cryphæus calliteles, Green. — Sabero, Viré (Sarthe), Angers, Gahard près de Rennes, États-Unis.
Homalonotus Pradoanus, Vern. — Sabero.
Orthoceras Jovellani, d'Arch. et Vern. — Ferrones, Izé (Ille-et-Vilaine).

Capulus priscus, Goldf. — Sabero, Eifel.
Conocardium clathratum, d'Orb. — Ferrones, Aleje, près de Sabero.
Posidonomya Pargai, Vern. — Collada de Llama, près de Sabero.
Terebratula concentrica. — Aleje, Bretagne, Eifel, Perse.
T. subconcentrica, d'Arch. et Vern. — Ferrones, Sabero.
T. Pelapayensis, d'Arch. et Vern. — Ferrones.
T. Campomanesii, d'Arch. et Vern. — Ferrones, Sabero.
T. Ferronesensis, d'Arch. et Vern. — Sabero, Ferrones, puerto de Cubillas.
T. Ezquerra, d'Arch. et Vern. — Sabero, Ferrones, environs d'Avilès, Nehou (Manche), Viré (Sarthe).
T. Hispanica, d'Arch. et Vern. — Ferrones, Sabero, Nehou, Viré.
T. mucronata, Vern. — Sabero.
T. Bordiu, Vern. — Sabero.
T. Schulzii, Vern. — Sabero.
T. reticularis, Schlot. — Ferrones, Arnao, Sabero, Veneros, Eifel, Bretagne, Amérique, etc.
T. Toreno, d'Arch. et Vern. — Ferrones.
T. Collettii, Vern. — Ferrones, Sabero.
T. subferita, Vern. — Sabero.
T. Orbignyana, Vern. — Alejico et Peña de la Venera près de Sabero, Millar (Léon), Viescaz et Arnao (Asturies).
T. Adrieni, d'Arch. et Vern. — Ferrones, Sabero, Eifel, Viré dans le département de la Sarthe.
T. Oliviani, d'Arch. et Vern. — Ferrones.
T. Archiaci, Vern. — Ferrones, Aviles, Puerto de Cubillas (Asturies), Sabero (Léon), Viré (département de la Sarthe).
Hemithyris Pareti, Vern. — Ferrones, Sabero, Viré (Sarthe).
Pentamerus galeatus, Dahlm. — Colle près de Sabero, rive gauche de l'Esla au-dessous de la Peña del Cuervo, Pola de Gordon (Léon), Eifel, Bretagne, Amérique, etc., etc.
P. globus, Bronn. — Sabero, Eifel, Bretagne.
Spirifer Pellico, d'Arch. et Vern. — Ferrones, Arnao, Puerto de Cubillas, Sabero, Reynosa (province de Burgos).
S. Rojasi, Vern. — Colle, près de Sabero.
S. subspeciosus, Vern. — Ferrones, Asie-Mineure.
S. Cabedanus, d'Arch. et Vern. — Ferrones.
S. Cabanillas, d'Arch. et Vern. — Ferrones.
S. Verneuili, Murch., var. — Ferrones, Sabero, Ferques, Belgique.
S. Ezquerra, Vern. — Sabero, Ferrones, Arnao.
S. Paillettii, Vern. — Sabero.
S. cultrijugatus, Roemer. — Sabero, Eifel, Amérique du Nord
S. Bouchardi, Murch. — Sabero, Veneros, Ferques.
S. heteroclitus, Defr. — Sabero, Ferrones, Eifel, Bretagne.
Orthis striatula, Schlot. — Aleje et Colle près de Sabero, Arnao, Bretagne, Normandie, Eifel, Perse.
O. Beaumonti, Vern. — Sabero, Ferrones.
O. Dumontiana, Vern. — Sabero, Belgique.

O. Gervillii, Vern., manuscr. — Aleje près de Sabero, Nehou, Viré (Sarthe).
O. orbicularis (1), d'Arch. et Vern. — Ferrones, Aleje, près de Sabero, Viré (Sarthe), Nehou.
O. opercularis, Vern. et Keys. (2). — Sabero, Eifel.
O. Eifeliensis, Vern. (manuscr.). — Veneros, Eifel.
O. devonica (3) (*O. crenistria*, var. *devonica*, Keyserling). — Veneros, Ferrones, Arnao, Ferques, Russie, Perse.
Leptæna Murchisoni, d'Arch. et Vern. — Ferrones, Aviles, Sabero. Bretagne, Normandie, bords du Rhin.
L. Dutertrii, Murch. — Ferrones, Ferques.
L. Maestreana, Vern. — Sabero.
L. Naranjoana, Vern. — Sabero, Eifel.
L. depressa, Dahlm. — Sabero, Eifel, Bretagne, etc.
Productus subaculeatus, Murch. — Peña de la Venera, Bretagne, Ferques, Belgique, États-Unis, Asie mineure, Perse.
Serpula omphalotes, Goldf. — Ferrones, Eifel.
Pradocrinus Baylii, Vern. — Sabero.
Pentremites Paillettii, Vern. — Ferrones, Sabero.
P. Schulzii, d'Arch. et Vern. — Ferrones, Sabero.

Polypiers (4).

Discophyllum Leonense, n. s. — Peña de la Venera (Léon).
Zaphrentis Clappi, n. s. — Sabero (Léon). Se trouve aussi en Amérique, aux chutes de l'Ohio.
Amplexus annulatus, n. s. — Sabero (Léon), Ferrones (Asturies), Viré (Sarthe).
Aulacophyllum Elhuyari, n. s. — Sabero.
Cyathophyllum Michelini. — *Cyathophyllum dianthus*, Michelin, non Goldfuss. — Ferrones. Se rencontre aussi à Ferques.
Acervulara Goldfussi. — (*Cyathophyllum ananas*, Goldfuss, pl. XIX,

---

(1) L'*O. orbicularis*, Sow., étant une espèce que M. Davidson ne croit pas devoir être conservée, nous laissons ce nom à celle que nous avons décrite dans le *Bulletin*, 2e sér., vol. II, pl. XV, fig. 9.

(2) Cette espèce ne se distingue de la précédente que par le peu d'étendue de l'aréa, presque limitée au crochet.

(3) Cette coquille, ainsi que je l'ai dit ailleurs, se distingue de l'*O. crenistria* du terrain carbonifère par ses stries plus égales et son plus large deltidium. Elle est très voisine de l'*O. umbraculum*, dont les stries offrent des crénelures qui ne se voient pas ici. Nous l'avions considérée comme une variété, mais M. d'Orbigny en a fait une espèce, sous le nom de *Leptæna devonica*.

(4) Cette liste a été dressée par les soins de M. Jules Haime, qui prépare en ce moment, avec M. Milne Edwards, un travail général sur les Polypiers fossiles.

fig. 4 a, non la fig. 4 b). — Léon. Se trouve aussi à Namur et dans le Hartz.

Acervularia Roemeri. — (*Astrea Hennahi*, Roemer, non Lonsdale.) — Léon. Se trouve aussi dans le Harz.

Phillipsastrea Torreana, n. s. — Léon.

Phillipsastrea Cantabrica, n. s. — Léon.

Cystiphyllum vesiculosum? Phillips. — Léon et Eifel.

Thecostegites auloporoides, n. s. — Asturies.

Thecostegites parvula, n. s. — Asturies.

Aulopora serpens, Goldfuss. — Asturies. Se trouve aussi dans l'Eifel.

Favosites hemispherica, d'Orbigny (*Favosites alveolaris*, Hall, non Goldfuss). — Asturies, chutes de l'Ohio.

F. Goldfussi, d'Orbigny (*Calamopora Gothlandica*, Goldfuss, pl. XXVI, fig. 3b et 3c). — Léon. Se trouve aussi dans l'Eifel, la Turquie d'Europe, etc.

F. cornigera, d'Orbigny (*Calamopora polymorpha* (in parte), Goldfuss, pl. XXVII, fig. 3a, 4a, 4b, 4c). — Asturies, Eifel, Harz, Turquie d'Europe.

F. polymorpha? (*Calamopora polymorpha*, Goldfuss (in parte), pl. XXVII, fig. 2b, 2c, 2d, 3b, 3c. — Léon, Eifel, Nehou, Viré.

F. Orbignyana (*Calamopora spongites*, Goldfuss (in parte), *Alveolites spongites*, d'Orb. (non Stein.), pl. XXVIII, fig. 2). — Asturies, Eifel, Nehou.

Chætetes Torrubiæ, n. s. — Léon, Asturies. Se trouve dans l'Eifel et à Viré.

Quelques petits *Cyathophyllum* et des *Chætetes* indéterminables.

Pleurodyctium problematicum. — Bande schisteuse d'Aleje, Bretagne, Eifel, Amérique du Nord.

Ce tableau contient 77 espèces, dont une seule provient des schistes à combustibles. Sur ce nombre, 32 sont propres à l'Espagne; ce sont les suivantes : *Homalonotus Pradoanus*, *Terebratula subconcentrica*, *T. Pelapayensis*, *T. Campomanesii*, *T. Ferronesensis*, *T. mucronata*, *T. Bordiu*, *T. Schulzii*, *T. Toreno*, *T. Collettii*, *T. Orbignyana*, *T. subferita*, *T. Oliviani*, *Hemithyris Pareti*, *Spirifer Pellico*, *S. Rojasi*, *S. Cabedanus*, *S. Cabanillas*, *S. Ezquerra*, *S. Paillettii*, *Orthis Beaumonti*, *Leptæna Maestreana*, *Pradocrinus Baylii*, *Pentremites Paillettii*, *P. Schulzii*, *Amplexus annulatus*, *Aulacophyllum Elhuyari*, *Phillipsastrea Torreana*, *P. Cantabrica*, *Thecostegites auloporoides*, *T. parvula*, *Discophyllum Leonense*.

41 au contraire sont communes à l'Espagne et à d'autres contrées, telles que la Bretagne, la Normandie et l'Eifel, où elles se trouvent aussi dans des couches dévoniennes, savoir : *Phacops latifrons*, *Cryphæus calliteles*, *Orthoceratites Jovellani*, *Capulus priscus*, *Conocardium clathratum*, *Terebratula concentrica*, *T. Ezquerra*, *T. Hispanica*, *T. reticularis* (*T. prisca*), *T. Adrieni*, *T. Archiaci*,

Pentamerus galeatus, *P. globus*, *Spirifer Verneuili*, *S. cultrijugatus*, *S. Bouchardi*, *S. heteroclitus*, *Orthis striatula*, *O. Dumontiana*, *O. Gervillii*, *O. orbicularis*, *O. opercularis*, *O. Eifeliensis*, *O. devonica*, *Leptæna Murchisoni*, *L. Dutertrii*, *L. Naranjoana*, *L. depressa*, *Productus subaculeatus*, *Serpula omphalotes*, *Cyathophyllum Michelini*, *Acervularia Goldfussi*, *A. Roemeri*, *Cystiphyllum vesiculosum*, *Aulopora serpens*, *Favosites Goldfussi*, *F. cornigera*, *F. polymorpha*, *F. Orbignyana*, *Chætetes Torrubiæ*, *Pleurodyctium problematicum*.

7 à 8 espèces sont communes à l'Espagne et à l'Amérique du Nord, et deux d'entre elles, le *Zaphrentis Clappi* et la *Favosites hemisphærica*, n'ont encore été trouvées que dans ces deux contrées.

Enfin, 8 espèces sont communes à l'Espagne, à l'Asie mineure et à la Perse, où elles ont été découvertes par M. de Tchihatcheff et par M. Hommaire de Hell (1); ce sont les *Terebratula concentrica*, *T. reticularis*, *Spirifer subspeciosus*, *Orthis striatula*, *O. devonica*, *Productus subaculeatus*, *Favosites Gothlandica* et *F. cornigera*.

Si, limitant nos regards au district même de Sabero, nous examinons comment ces espèces sont réparties dans les différents points que M. Casiano de Prado a mentionnés dans son mémoire, et dont il nous a envoyé des fossiles, nous verrons que la ceinture calcaire du Nord, qui va de Colle à Aleje, est sans comparaison la plus riche. C'est de là que proviennent toutes les espèces qui, sous le rapport paléontologique, font de Sabero une localité remarquable.

Je vais indiquer les principales localités fossilifères et les espèces qu'on y rencontre.

Collada de Llama. — Avec la *Posidonomya Pargai* qui ressemble un peu à une coquille carbonifère M. Casiano de Prado dit y avoir rencontré une Orthis et un Phacops, genres qui sont assez communs dans les couches dévoniennes environnantes. Ces divers fossiles étaient libres sur le sol et pouvaient provenir des escarpements voisins.

Aleje. — J'ai déterminé parmi les fossiles de cette localité les espèces suivantes : *Capulus priscus*, *Conocardium clathratum*, *Terebratula Ezquerra*, *T. Ferronesensis*, *T. Campomanesii*, *T. concentrica*, *T. Collettii*, *T. Adrieni*, *T. reticularis*, *T. aspera*, *T. Archiaci*, *Spirifer Pellico*, *S. Verneuili*, *Orthis striatula*, *O. orbicularis*, *Leptæna depressa*, *L. Murchisoni*, deux nouvelles espèces de *Pentre-*

(1) C'est près de Touwa, entre Teheran et Asterabad, que M. Hommaire de Hell, dont les sciences déplorent la perte, a découvert ces fossiles dévoniens.

mites, *Favosites polymorpha*, *Chætetes Torrubiæ*. Haute bande schisteuse du même lieu. *Phacops latifrons*, *Chonetes*, *Pleurodyctium problematicum*.

Alejico. — Les fossiles se trouvent à l'E. de ce village, dans des calcaires qui sont les mêmes que ceux d'Aleje, et qui renferment quelques lits et amas de silex comme dans la montagne de Llaneces. Je possède de cet endroit : *Terebratula reticularis*, *T. Archiaci*, *T. Orbignyana*, *Orthis striatula*, et de plus une espèce de Térébratule que je crois être la *T. subwilsoni* d'Orb.

Pena de la Venera. — Les couches fossilifères composées de calcaire, de schistes bruns et de grès ferrugineux, passent sur le versant oriental de cette montagne et correspondent à celles qui sont à l'O. du Pico del Horreo. On y trouve les espèces suivantes : *Terebratula reticularis*, *T. Orbignyana*, *Orthis devonica*, *O. striatula*, *Leptæna depressa*, *Productus subaculeatus*, *Capulus priscus*, *Phacops latifrons*.

Ocejo de la Pena. — *Pentamerus galeatus*, *Spirifer Pellico*, *Orthis orbicularis*.

Pena del Cuervo. — Dans les couches schisteuses noires de la rive gauche de l'Esla, *Phacops latifrons*, *Pentamerus galeatus*.

Veneros. — Bande calcaire au S. du terrain à combustibles. *Terebratula reticularis*, *Spirifer Bouchardi*, *Orthis Eifeliensis*.

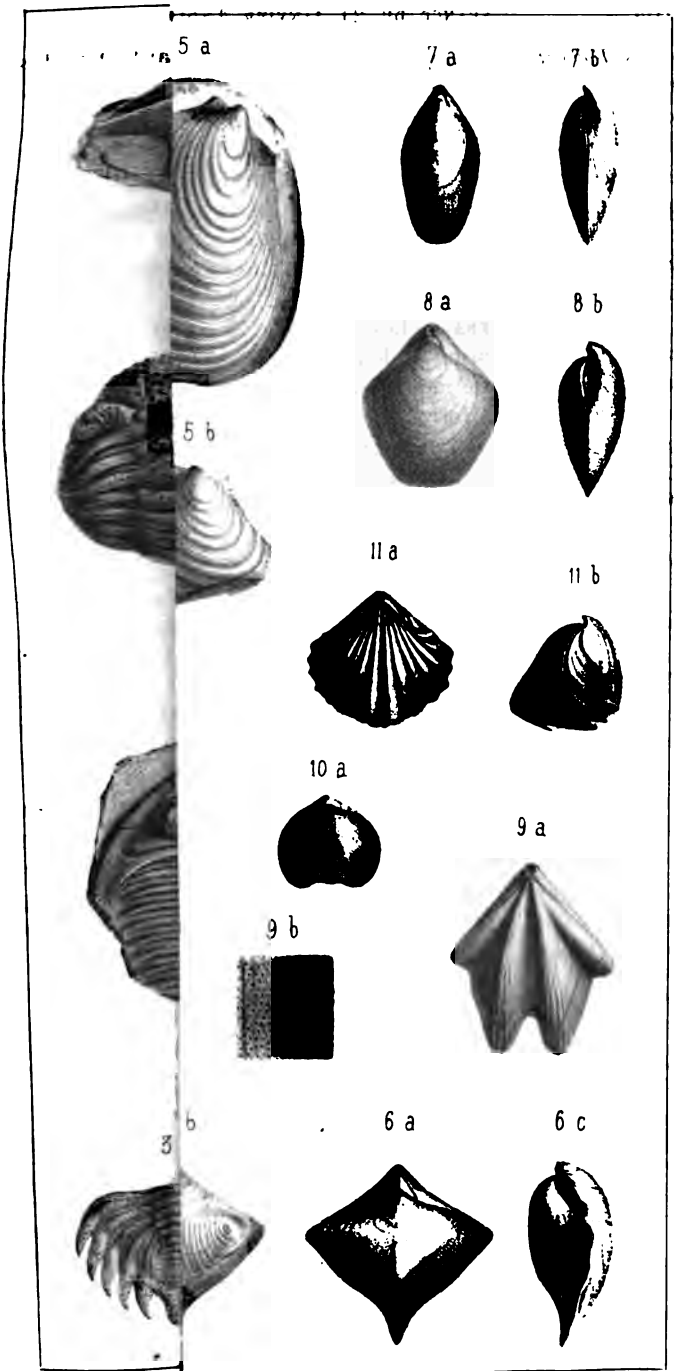
La Salud. — Mines de fer, schistes avec moules et empreintes de *Terebratula reticularis*, *Orthis striatula* et *Avicula*.

Colle. — C'est la plus riche localité du district de Sabero. Avec un grand nombre d'espèces particulières on y trouve la plupart des espèces des localités voisines, à l'exception de la *Terebratula concentrica*, de l'*Orthis Eifeliensis*, du *Pleurodyctium problematicum*, et des deux nouvelles espèces de *Pentremites* d'Aleje. Les espèces indiquées sans autre désignation de localité que Sabero proviennent de Colle.

Cryphæus calliteles, pl. III, fig. 3 a, b, c.

Cryphæus calliteles, Green, 1837. *Sillim. Journ.*, XXXII, p. 343.
— — 1838, *Jahrbuch*, p. 365.
— — Hall, 1843. *Geol. of New-York*, p. 200, f. 7.
Pleuracanthus laciniatus? Roemer, 1844. *Rhein*, pl. II, fig. 8.
Phacops — Sandberger, 1850. *Verstein. der Rhein. in Nassau*, pl. V, fig. 5.
— *rotundifrons?* Emmerich.

Tête arrondie, légèrement pointue au front ; couverte de gra-



J. C. arue del. Imp Kaeppelin a Paris

nulations ou petits tubercules. Glabelle s'élargissant à partir de la base jusqu'aux 2/3 de la longueur et séparée du bord antérieur par une marge étroite. Elle est divisée par trois sillons latéraux en quatre lobes distincts. Le lobe antérieur subtrapézoïdal en forme plus de la moitié; les autres lobes décroissent successivement en largeur, à mesure qu'ils s'approchent de la base ou de l'anneau occipital, lequel est séparé de la glabelle par un sillon qui traverse tout le bouclier céphalique. La suture faciale traverse la joue à la hauteur de la base de l'œil, traverse également celui-ci, et, suivant le contour de la glabelle, va rejoindre au bord frontal la branche antérieure de la suture faciale du côté opposé. Sillons entre la glabelle et les joues très prononcés. Yeux à facettes nombreuses, placés sur le bord de ces sillons et s'étendant presque de la base des joues au dernier sillon latéral antérieur. Ces yeux sont supportés par des tubercules granulés comme le reste du test. Un sillon très visible sépare l'œil du tubercule qui en fait la base. Joues moins larges que l'œil. Bords postérieurs du bouclier prolongés en appendices qui, selon M. Hall, s'étendent jusqu'à la cinquième articulation, mais qui, dans nos échantillons, sont brisés avant d'atteindre la troisième. Thorax composé de onze anneaux, tous ornés au milieu, ainsi que l'anneau occipital, d'un tubercule pointu. Plèvres divisées par un sillon profond qui semble les partager en deux parties presque égales.

Pygidium suballongé. Axe composé de onze à douze anneaux. Il n'existe sur les côtés que cinq côtes qui correspondent au cinq premiers anneaux de l'axe. Chacune de ces cinq côtes, divisée par un sillon profond, aboutit à un rebord plein d'où se détachent cinq appendices spiniformes légèrement recourbés. L'axe du pygidium est prolongé et se termine par un appendice de même longueur. Toute la surface du pygidium est très finement granulée.

Rapports et différences. — Ayant rapporté d'Amérique le véritable *Cryphæus calliteles*, décrit par Green et Hall, j'ai pu le comparer avec l'espèce qui se trouve en Espagne. Les différences m'ont paru trop légères pour faire de celle-ci une espèce nouvelle. La tête est un peu plus pointue que dans les échantillons d'Amérique, et le pygidium plus allongé par rapport au thorax. Les sillons qu'on remarque sur les cinq côtes latérales du pygidium ont aussi plus de profondeur. Entre les échantillons d'Espagne et ceux trouvés en France, il y a au contraire la plus complète identité.

Le genre *Cryphæus* ne se distingue des *Phacops* que par les appendices qui terminent les articulations du pygidium et qu'on observe

aussi, quoique plus faiblement marquées, à l'extrémité des plèvres ou articulations postérieures du thorax. On connaît déjà plusieurs espèces qui se rangent dans ce genre et qui sont toutes caractéristiques du terrain dévonien. Il y a d'abord le *Phacops arachnoides* Burm. (*Olenus punctatus* Stein.), dont M. Milne Edwards a fait son genre *Pleuracanthus* et qui se distingue des autres espèces par les appendices du pygidium, longs, cylindriques et écartés les uns des autres. Le caractère essentiel de cette espèce, c'est que l'axe du pygidium est obtus et n'offre pas d'appendice spiniforme à son extrémité. Le *Phacops stellifer* Burm., au contraire, a l'axe du pygidium terminé par une épine comme le *Cryphæus calliteles*, dont il se rapproche aussi par la forme des appendices spiniformes. Ces appendices toutefois sont plus étroits, plus allongés et moins spathuliformes que dans le *Cryphæus calliteles*, et, sous ce rapport, cette dernière espèce est celle qui s'éloigne le plus du *P. arachnoides*. Elle est au contraire sur ce point tout à fait identique avec le *P. laciniatus* Rœmer, que nous y réunirions s'il ne nous restait quelque incertitude sur la manière dont se termine le pygidium dans cette espèce. Selon M. Rœmer l'axe est obtus à son extrémité; selon M. Sandberger, au contraire, l'axe est terminé par une épine plus courte que celles du pourtour du pygidium, tandis que dans nos échantillons ces épines sont toutes égales. MM. Rœmer et Sandberger ne signalent pas non plus dans le *P. laciniatus* la présence de ces tubercules qui se voient sur le milieu de l'axe du thorax dans le *Cryphæus calliteles* d'Espagne et d'Amérique.

Gisement et localités. — Toutes les espèces de ce genre sont dévoniennes. Le *Cryphæus calliteles* a été trouvé dans le groupe de Hamilton (Etat de New-York), à Viré dans la Sarthe, dans les calcaires d'Angers et dans ceux de Gahard près de Rennes. Celui qui est figuré ici provient du calcaire dévonien de Colle, près de Sabero, où je l'ai trouvé en 1849.

Explication des figures, pl. III.

Fig. 3 a. Individu privé de la partie superficielle du test.

Fig. 3 b. Pygidium du même individu avec le test. Les granulations sont plus prononcées que dans la nature.

Fig. 3 c. Autre individu avec le test. α tubercule qui supporte l'œil; il est granulé comme le reste du test. β œil. Bien qu'il ne soit pas complet, on y compte 125 lenticules. Il a dû y en avoir au moins 150.

Phacops latifrons, pl. III, fig. 1 a, 1 b, et fig. 2.

Calymene latifrons, Bronn; *C. macrophthalma*, var. auctor.; *C. tuberculata?* Murch.; *C. granulata*, Munst.; *C. lævis*, Munst.; *C. bufo?* Green; *Asaphus megalophtalmus*, Troost; *Phacops latifrons*, Burm.

Tête ornée de granulations. Glabelle très grande, occupant les deux tiers de la tête et se repliant en dessous de telle façon que la suture frontale, où vient s'attacher l'épistome, n'est pas à l'extrémité antérieure de l'animal, mais au-dessous, à quelques millimètres de cette extrémité. Yeux très développés, composés de 70 à 80 lentilles. Chacune de ces lentilles est saillante et insérée dans un petit cadre hexagone dont les bords sont moins prononcés que dans le *P. latifrons* de l'Eifel. A la base de la glabelle, entre elle et l'anneau occipital, on observe deux petits tubercules réunis par une faible côte. Quant à l'épistome, nous la possédons encore en place sur un échantillon de *P. bufo* des États-Unis que nous avons cru devoir figurer ici.

Thorax couvert de granulations plus fines que celles de la tête. Axe composé de 11 articulations, entre chacune desquelles on voit une petite côte lisse et destinée à passer sous les articulations dans les divers mouvements de l'animal. Des deux côtés de l'axe se voit, sur quelques individus seulement, un léger renflement que je n'ai pas observé sur le *P. latifrons* de l'Eifel, mais qui se rencontre chez certaines variétés de la *Calymene Blumenbachi*. (Voy. Murchison *sil. syst.*, pl. VII, fig. 5.)

Plèvres composées dans leur première moitié, à partir de l'axe, d'une côte élevée, granulée, et d'une autre côte plus étroite presque lisse et placée en avant de la première. Le sillon qui sépare ces deux côtes s'efface à l'endroit où les plèvres se recourbent, de sorte que, dans leur seconde moitié, elles sont simples et offrent dans leur partie antérieure une surface plane articulaire qui facilitait les mouvements de contraction de l'animal. C'est ce que M. Mac-Coy appelle *facetted pleuræ*.

Pygidium arrondi composé de 7 articulations à l'axe et de 5 sur les côtés. Celles-ci sont soudées ensemble et vont se fondre dans une même surface marginale. On y observe les mêmes granulations que sur le thorax.

Rapports et différences. — Les échantillons que j'ai recueillis à Sabero et ceux qui m'ont été envoyés par M. Casiano de Prado sont exactement identiques avec les individus du calcaire dévo-

nien de Viré (Sarthe). Ils diffèrent légèrement de ceux de l'Eifel ou de l'Amérique du Nord par la forme plus recourbée du front et la position non terminale de la suture frontale ; mais je me hâte d'ajouter que cette forme est variable, et qu'à Sabero même on trouve des échantillons identiques, sous ce rapport, avec ceux de l'Eifel. Ces derniers ont aussi les granulations de la glabelle plus prononcées et moins nombreuses. Enfin on y remarque, au milieu de la petite côte qui est en avant de l'anneau occipital, un petit tubercule semblable aux deux tubercules qui sont à la base de la glabelle. Ce petit tubercule n'existe pas dans les échantillons d'Espagne. Ces légères différences, que je signale ici, ne m'ont pas paru suffisantes pour former la base d'une distinction spécifique.

Gisement et localités. — Cette espèce n'est pas rare dans les montagnes de Léon, près de Sabero. Elle est très commune en Europe et en Amérique (1), dans le terrain dévonien, et est citée par quelques auteurs dans le terrain silurien supérieur où elle paraît devoir être rare.

Explication des figures, pl. III.

Fig. 1 a. Individu de Sabero vu en dessus. Les granulations du thorax sont un peu plus fortes que dans la nature.
Fig. 1 b. Le même, vu en dessous.
Fig. 2. Epistome du *P. bufo* des États-Unis.

Homalonotus Pradoanus, n. sp., pl. III, fig. 4 a, b.

Tête inconnue.

Thorax incomplet. Le seul échantillon qu'ait découvert M. Casiano de Prado montre cependant quelques caractères importants. L'axe est séparé des côtés par une dépression profonde qui imprime à l'ensemble une disposition en trois lobes assez prononcés, caractère qui distingue cette espèce de la plupart des autres *Homalonotus* où, comme l'on sait, la forme trilobée est à peine indiquée. Les articulations principales sont séparées les unes des autres par une petite côte ou articulation secondaire, qui n'est pas entièrement lisse, comme dans le *Phacops latifrons*, mais qui

(1) Selon M. Hall, l'espèce d'Amérique serait différente de celle d'Europe, et les individus qui proviennent de couches siluriennes et de couches dévoniennes formeraient également des espèces distinctes. (*Sill. Journ.*, vol. VII, p. 225.)

est bien moins granulée que les articulations principales. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que cette côte intermédiaire ne s'arrête pas à l'axe comme dans les *Phacops*, mais qu'elle se continue sur les plèvres jusqu'à l'endroit où naît une facette subtriangulaire par laquelle les plèvres se terminent. Cette facette, définie par une arête qui divise obliquement la plèvre, est ornée de granulations élégantes d'une grande finesse, qu'on ne voit bien qu'à la loupe. L'axe et les plèvres sont couverts de tubercules nombreux qui paraissent être des restes de petites épines, et de renflements plus considérables dont on ne voit que la base. Ces derniers sont disséminés sans beaucoup d'ordre, mais forment cependant deux rangées régulières des deux côtés de l'axe.

Le pygidium se compose de 10 articulations à l'axe et de 8 sur les côtés. L'axe est beaucoup plus étroit que les articulations latérales. La surface est ornée de tubercules de différentes grosseurs. On croirait voir une surface granulée; mais quand on observe de près, on distingue très bien que ces tubercules sont percés au sommet et ont servi de points d'attache à de petites épines. Quelques tubercules se distinguent par leur grosseur.

Rapports et différences. — Les caractères particuliers de cette espèce consistent dans la forme trilobée du thorax, forme inusitée chez les *Homalonotus* en général, et dans le nombre des épines dont elle était hérissée. Par sa grande taille, cette espèce rappelle une espèce dont le pygidium est assez répandu dans les couches dévoniennes de Bretagne et de Normandie, mais dont la carapace est lisse ou très finement granulée. Toutes deux possèdent un caractère qui les distingue de l'*Homalonotus delphinocephalus* du terrain silurien, et qui consiste en ce que l'axe du pygidium est plus étroit que les côtés, ce qui est l'inverse dans celui-ci.

L'*Homanolotus armatus* Burm. de l'Eifel est une espèce épineuse comme celle qui nous occupe; mais si l'on s'en réfère à la figure qu'en a donnée M. Burmeister, on reconnaît qu'elle diffère de l'espèce d'Espagne par le petit nombre des épines de la surface. Elle est d'ailleurs beaucoup moins grande. En effet, le pygidium de l'espèce qui est ici figurée est presque triple de celui de l'*Homanolotus armatus*.

Gisement et localités. — Cette espèce se trouve très rarement à Colle, près de Sabero, dans les montagnes de Léon. M. Casiano de Prado m'en a envoyé deux échantillons, et j'en ai trouvé un fragment dans la même localité. Le genre *Homalonotus*, considéré d'abord comme silurien, offre aujourd'hui plusieurs espèces dévoniennes. Outre les *H. armatus* et *H. Pradoanus*, il y a dans le

Harz trois espèces que M. Roemer a nommées *H. Ahrendi*, *H. gigas*, *H. punctatus*, et une espèce dans le duché de Nassau, appelée par M. Sandberger *H. obtusus*.

Explication des figures, pl. III.

Fig. 4 a. Fragment du thorax trouvé près de Sabero; c'est le seul qu'on ait pu découvrir.
Fig. 4 b. Pygidium trouvé au même lieu.

Posidonomya Pargai, n. sp., pl. III, fig. 5 a, b.

Coquille subéquivalve et inéquilatérale. Valves assez renflées. Crochet pointu, légèrement recourbé en avant. Bord cardinal droit, oreillette antérieure courte, mais assez bien marquée. Côté antérieur légèrement échancré au-dessous de l'oreillette. Le côté postérieur s'arrondit et se prolonge de manière à donner à la coquille une forme oblique et inéquilatérale. Le test semble avoir été très mince et n'a laissé que son empreinte, qui offre des anneaux concentriques assez inégaux dans leur largeur.

Rapports et différences. — On ne peut méconnaître la ressemblance qui existe entre cette espèce et la *P. vetusta* (*Inoceramus vetustus* Sow.); cependant elle est plus inéquilatérale et tient le milieu à cet égard entre celle-ci et la *P. Becheri*, dont elle diffère d'ailleurs par le moindre nombre de ses rides ou plis transverses et par sa plus grande épaisseur. Les distinctions spécifiques dans le genre *Posidonomya* sont d'autant plus difficiles à saisir que la coquille est souvent déformée et aplatie, et il me serait difficile d'affirmer que l'espèce d'Espagne soit différente de celles que MM. Sowerby et Phillips ont figurées dans leurs mémoires sur le Devonshire. La plus voisine me paraît être la *P. lateralis*, dont l'oreillette antérieure est assez bien marquée et dont le bord cardinal est rectiligne.

Gisement et localités. — Cette espèce a été découverte par M. Casiano de Prado près de la Collada de Llama, dans des rognons d'argile ferrugineuse épars sur le sol, mais faisant probablement partie des schistes à combustibles sous-jacents. Elle y est rare et mérite d'autant plus d'attention que c'est la seule espèce qu'on ait trouvée dans ce vaste dépôt charbonneux de Sabero dont la position est assez problématique. Jusqu'à présent, la plupart des Posidonomyes, soit dans le Devonshire, soit dans le Harz ou sur les bords du Rhin, semblent être placées sur la limite des terrains

dévonien et carbonifère (1). Ainsi, dans le Devonshire, c'est dans les *culm measures*, avec la *Goniatites crenistria*, qu'on les rencontre. Je ne disconviendrai donc pas que la présence de ces coquilles dans les schistes à combustibles de Sabero ne soit une présomption en faveur de l'opinion de M. Casiano de Prado, qui considère ces schistes comme de l'époque carbonifère, opinion que les considérations que j'ai énoncées plus haut m'empêchent d'adopter. M. Casiano de Prado prétend avoir trouvé dans le même lieu un trilobite du genre *Phacops*, genre qui manque complétement dans le terrain carbonifère et qui indiquerait ici le terrain dévonien.

Explication des figures, pl. III.

Fig. 5 a. Individu adulte.
Fig. 5 b. Jeune, de la même espèce.

1. *Terebratula mucronata*, n. sp., pl. III, fig. 6 a, b, c.

Cette Térébratule a la forme d'un rhomboèdre dont les quatre angles sont formés par le crochet, le front et les deux angles latéraux de la coquille. Les arêtes cardinales sont parallèles aux arêtes latérales du côté opposé. Les valves sont pourvues l'une et l'autre d'une côte médiane qui forme comme l'arête d'un toit et qui prolonge le front d'une manière assez singulière. Le crochet est pointu et sur nos échantillons il est difficile de s'assurer s'il était perforé ou si l'espèce de trou que l'on y voit est le résultat d'une brisure. Ce crochet est séparé du bord cardinal par un deltidium. La surface des valves paraît être lisse, mais examinée de près elle offre des stries rayonnantes, très délicates et peu profondes, ou des granulations disposées en séries linéaires. A l'intérieur, cette espèce est pourvue de supports spiraux comme dans les Térébratules du groupe des *concentricæ*.

Rapports et différences. — Je ne connais aucune forme avec laquelle on puisse confondre cette espèce.

Gisements et localités. — Elle provient des couches dévoniennes des montagnes de Léon, près Sabero, d'où elle m'a été envoyée

(1) En Amérique, ce genre paraît descendre plus bas dans l'échelle des terrains, car le fossile des couches siluriennes inférieures que M. Hall a appelé *Ambonychia undata* paraît être une véritable *Posidonomya*.

d'abord par M. Casiano de Prado, et où je l'ai retrouvée moi-même. Elle y est très rare.

Explication des figures, pl. III.

Fig. 6 a. Individu adulte vu du côté de la valve ventrale. Le trou du crochet est plus régulier que dans mes échantillons, où il ressemble à une brisure du sommet.
Fig. 6 b. Le même, vu du côté de la valve dorsale pour montrer la spire intérieure.
Fig. 6 c. Le même, vu de profil.

2. *Terebratula Bordiu*, n. sp., pl. III, fig. 8 a, b.

Coquille subpentagone, à test lisse et très finement perforé. Ces perforations, toutefois, paraissent n'appartenir qu'à la partie superficielle du test, et ne se voient pas quand la coquille est usée ou dépouillée. Bords amincis. Front droit. Valve dorsale un peu plus bombée que la valve ventrale. Crochet recourbé à sommet perforé d'un petit trou rond qui est séparé de la valve ventrale par un deltidium.

Dimensions. — Longueur, 21 millimètres; largeur, 18; épaisseur, 9.

Rapports et différences. — J'avais d'abord rapporté cette espèce à la *T. virgo* Phillips, coquille du terrain dévonien d'Angleterre; mais, en la comparant à la figure et à la description données par M. Phillips, j'ai reconnu que la *T. virgo* est plus arrondie, n'a pas d'angles latéraux prononcés, et qu'elle est ornée de stries longitudinales à peine marquées et qui ne se voient pas du tout ici. La *T. elongata* Schl. du Harz est plus arrondie, plus épaisse, a ordinairement le front légèrement relevé par le sinus de la valve dorsale, et ne montre au crochet qu'une petite ouverture qui paraît être un résultat de fracture plutôt qu'une perforation naturelle. On trouve aussi dans les couches dévoniennes de Ferques, près de Boulogne, une Térébratule qui semble tenir le milieu entre la *T. elongata* du Harz et celle qui nous occupe. L'ouverture apiciale et le deltidium y sont parfaitement caractérisés.

Gisement et localités. — Cette espèce se trouve dans les calcaires dévoniens des environs de Sabero (Léon).

Explication des figures, pl. III.

Fig. 8 a. Individu adulte vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 8 b. Le même, vu de profil.

3. *Terebratula Schulzii*, n. sp., pl. III, fig. 7 a, b.

Coquille lisse, très allongée. Bords amincis, front droit et sans courbure. Valve dorsale plus gibbeuse que la valve ventrale. Crochet perforé d'un petit trou au-dessous duquel il existe une trace de deltidium. Cette ouverture, toutefois, se voit à peine sur un de nos échantillons où le crochet paraît être entier.

Longueur, 18 millimètres; largeur, 10; épaisseur, 6.

Rapports et différences. — Cette espèce ne se distingue de la précédente que par son extrême longueur. C'est, avec la *T. fusiformis* Vern., une des Térébratules les plus allongées que nous connaissions. Celle-ci, qui appartient au terrain carbonifère de l'Oural, a le crochet pointu et non perforé.

Gisement et localités. — Elle se trouve, avec les précédentes, dans les calcaires dévoniens des montagnes de Léon, près Sabero, et particulièrement à Colle.

Explication des figures, pl. III.

Fig. 7 a. Individu adulte vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 7 b. Le même, vu de profil.

4. *Terebratula Collettii*, n. sp., pl. III, fig. 9 a, b.

Terebratula Toreno, d'Arch. et Vern. *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. XIV, fig. 9 (non fig. 8).

Nous avons cru devoir représenter de nouveau ici cette élégante coquille que nous avions déjà figurée dans le *Bulletin* en 1845. A cette époque, nous n'en possédions qu'un seul échantillon; et comme il avait été trouvé à Ferrones (Asturies) avec la *T. Toreno*, nous l'avions considéré comme une simple variété de cette espèce, pensant que lorsqu'on en aurait un plus grand nombre d'échantillons on découvrirait des passages de l'une à l'autre. Cette année-ci j'ai trouvé à Sabero, de l'autre côté de la chaîne Cantabrique, des individus assez nombreux de l'espèce qui nous occupe, et pas un seul ne m'a offert de passage vers la forme à laquelle nous avions primitivement donné le nom de *T. Toreno*. Il m'a donc paru convenable d'en faire une espèce à part. Le caractère distinctif de cette espèce consiste dans l'existence de quatre côtes séparées par trois dépressions qui, vers les bords, correspondent à autant de sinus rentrants. Ce contour déchiqueté contraste avec le contour

arrondi de la *T. Toreno*. C'est un caractère de la même valeur que celui qui sépare la *T. Campomanesi* de la *T. Ferronesensis*. Du reste, cette espèce est, comme la *T. Toreno*, ornée de stries rayonnantes qui n'occupent que le milieu des valves dont les côtés sont entièrement lisses. La surface est couverte de fines granulations. Le crochet est toujours perforé; mais il est difficile de savoir si cette perforation appartient à la coquille, ou si elle est le résultat d'une brisure; elle est assez irrégulière, mais elle se trouve sur tous les échantillons.

Gisement et localités. — Elle est assez abondante dans les couches dévoniennes des environs de Sabero (Léon), tandis qu'elle est très rare à Ferrones (Asturies), où elle est remplacée par la *T. Toreno*.

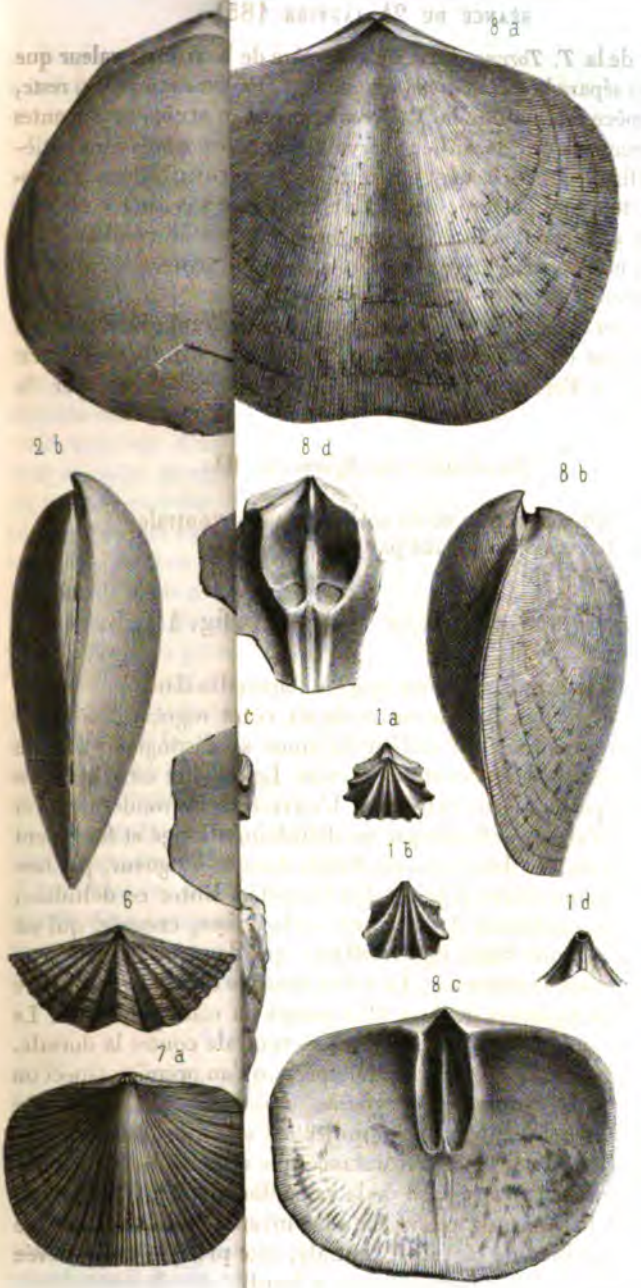
Explication des figures, pl. III.

Fig. 9 a. Individu adulte vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 9 b. Grossissement d'une partie du sinus.

5. *Terebratula subferita*, n. sp., pl. IV, fig. 1 a, b, c, d.

Coquille petite, pointue au crochet, arrondie dans le reste de son contour. Valve dorsale ornée de six côtes aiguës et séparées par de larges sillons. Au milieu du sinus se distinguent une ou deux petites côtes minces et peu élevées. Le crochet est allongé en bec; il est perforé à son extrémité. L'ouverture est ronde, petite et séparée de l'arête cardinale par un deltidium allongé et fortement soudé à l'aréa. Ce deltidium est divisé, dans sa longueur, par une bande médiane élevée et tout à fait lancéolée. Entre ce deltidium et les arêtes cardinales il existe une surface lisse, excavée, qui est traversée par une faible ligne saillante qui descend de la pointe du crochet sur la charnière. La valve ventrale est également ornée de six côtes aiguës et de deux plus petites au milieu du sinus. Le front est légèrement relevé par la valve ventrale contre la dorsale.

Rapports et différences. — Cette espèce, qu'au premier aspect on serait tenté de réunir à la *T. ferita*, s'en distingue par les deux petites côtes qu'on observe au milieu du sinus de la valve ventrale, et surtout par cette circonstance que ce sinus relève légèrement à son extrémité le bord de la valve dorsale. Dans la *T. ferita* de l'Eifel le front est relevé en sens inverse et il n'y a qu'une côte sur le milieu de la valve ventrale, côte presque aussi élevée que les autres, et se bifurquant vers le bord.



J. Delarue del.

Imp. Kaeppelin à Par

Vim

Gisement et localités. — Cette espèce n'a encore été trouvée que dans les calcaires dévoniens des environs de Sabero.

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 1 a. Individu adulte vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 1 b. Le même, vu du côté opposé.
Fig. 1 c. Le même, vu de profil.
Fig. 1 d. Grossissement du crochet.

6. *Terebratula Orbignyana*, n. sp., pl. III, fig. 10 a, b, c.

Coquille petite, arrondie, ornée de 40 à 50 stries fines, très dichotomes. Valve dorsale un peu moins épaisse que la valve ventrale, pourvue d'un sinus très large au milieu duquel s'élève une côte arrondie et striée comme le reste de la coquille. Le crochet est petit, recourbé, et paraît être percé au sommet d'une ouverture ronde très exiguë. La valve ventrale, très bombée, présente un sillon médian qui correspond à la côte que j'ai signalée dans le sinus de l'autre valve. La commissure des valves sur le pourtour de la coquille est marquée par un léger enfoncement, comme dans la *T. primipilaris*.

Rapports et différences. — Cette espèce a beaucoup de rapports avec les *T. Wahlenbergii* et *primipilaris*. Elle se distingue de la première par la dichotomie très prononcée de ses stries; de la seconde, par leur finesse; et de toutes deux enfin, par la côte qu'on observe au milieu du sinus de la valve dorsale. On trouve quelques échantillons où cette côte n'existe pas, et qui constituent une variété extrêmement voisine de la *T. Wahlenbergii* de l'Eifel.

Localités et gisement. — Cette élégante petite Térébratule se trouve dans le terrain dévonien à Alejico et à la Peña de la Venera près de Sabero; à Millar, sur la route de Léon à Oviédo; à Arnao et à Viescaz (Consejo de Salas) dans les Asturies.

Explication des figures, pl. III.

Fig. 10 a. Individu adulte vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 10 b. Le même, vu de profil.
Fig. 10 c. Le même, vu du côté du front.

7. *Terebratula Archiaci*, n. sp., pl. IV, fig. 2 a, b, c, d.

Coquille subovalaire, plate et de grande dimension, à bords tranchants et droits, sans sinus ni inflexions d'une valve sur l'autre;

surface lisse; valve dorsale un peu plus épaisse que la valve ventrale; crochet non recourbé; ouverture très petite arrondie, placée à l'extrémité du crochet et séparée de la charnière. L'appareil dentaire offre ici une conformation que je n'ai jamais vue ailleurs. Au-dessous du crochet de la valve dorsale existent deux petites dents rudimentaires qui se réunissent au sommet en forme de V renversé. Ces deux petites dents s'appuient sur une masse tuberculeuse considérable, qui, au premier aspect et dans les vieux individus, apparaît comme une énorme dent, mais qui se décompose facilement en deux masses plus ou moins soudées ensemble, selon l'âge. Chacune de ces masses est elle-même pourvue, près du bord externe, d'un petit sillon qui la divise en deux. Au-dessous de cette épaisse callosité dentaire se détachent trois côtes qui se terminent en pointe vers le milieu de la valve, et qui ressemblent à une fourche à trois dents. La valve ventrale est pourvue près de la charnière d'une fossette unique très profonde et destinée à loger l'épaisse callosité dentaire de la valve opposée. Au fond de cette fossette s'élève une petite côte en forme d'arête.

Rapports et différences. — Par la perforation du crochet de la valve dorsale, l'absence d'aréa, et le bord cardinal arrondi de la valve ventrale, cette coquille vient se ranger dans le genre *Terebratula* ou du moins dans son voisinage. Son appareil dentaire si singulier mériterait peut-être qu'on fît pour elle un genre nouveau qui rappellerait un peu, mais d'une manière assez éloignée, le genre *Bouchardia* de M. Davidson. Nous nous faisons un plaisir de dédier cette espèce à notre ami et collaborateur M. d'Archiac.

Gisement et localités. — Cette coquille est très abondante dans les couches dévoniennes de Sabero (Léon) ainsi que dans celles que l'on voit en montant au port de Cubillas (Asturies), près de l'axe de la chaîne Cantabrique; elle est plus rare à Ferrones. En 1848 je l'ai découverte aussi dans les calcaires dévoniens de Joué et de Viré (Sarthe). Les échantillons de la France devront peut-être constituer une variété à cause de leur appareil dentaire qui paraît être moins massif.

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 2 a. Individu de taille moyenne, vu du côté de la valve ventrale. J'ai un échantillon qui, en longueur, a 24 millimètres de plus que celui-ci.
Fig. 2 b. Le même, vu de profil.
Fig. 2 c. Autre échantillon montrant l'intérieur de la valve dorsale.
Fig. 2 d. Intérieur de la valve ventrale.

Hemithyris Pareti, n. sp., pl. III, fig. 11 a, b.

Coquille à bord intérieur très relevé comme dans les Térébratules du groupe des Pugnacées, ornée de quatre plis sur le bourrelet et de quatre ou cinq sur les côtés ; ces plis sont simples et tranchants. Le crochet de la valve dorsale est pointu et non perforé. L'ouverture placée au-dessous s'étend jusqu'à la charnière ; elle est ovalaire et limitée latéralement par quelques traces des pièces du deltidium. Des deux côtés du crochet il existe un enfoncement latéral comme dans la *T. angulata*, Linn. (*T. excavata*, Phill.) du calcaire de montagne.

Rapports et différences.— Cette coquille, qui appartient au genre *Hemithyris* de M. d'Orbigny, ne se distingue guère de la *T. Daleidensis* (Rœmer) que par la dépression qu'elle présente des deux côtés du crochet. Ce même caractère et le moindre nombre des plis la distinguent de la *T. Livonica* Buch. Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer ici combien ce petit groupe a de rapports avec certaines espèces jurassiques.

Gisement et localités. — Cette coquille est très abondante dans les couches dévoniennes des Asturies et du royaume de Léon, particulièrement à Ferrones et à Sabero. Parmi le grand nombre d'échantillons que nous avons trouvés il est extrêmement rare que le crochet soit assez bien conservé pour montrer les caractères de l'ouverture et du deltidium. On trouve à Viré (Sarthe) une espèce presque identique.

Explication des figures, pl. III.

Fig. 11 a. Individu adulte vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 11 b. Le même, vu de profil.

1. *Spirifer Paillettii*, n. sp., pl. IV, fig. 3 a, b, c.

Espèce petite et subtriangulaire. Valve dorsale ornée de cinq ou six plis latéraux et d'un gros pli au milieu du sinus, lequel pli forme avec le bourrelet de l'autre valve une pointe qui se prolonge fortement en avant. Les plis sont ornés de stries longitudinales granulées qu'on ne peut distinguer qu'à la loupe. Ces stries s'effacent si facilement qu'on ne les voit que sur un seul de mes échantillons. Aréa peu élevée. Valve ventrale ornée de cinq à six plis latéraux et d'un bourrelet dont le prolongement donne à cette espèce une forme remarquable.

Rapports et différences. — Il y a une certaine analogie entre le prolongement du front dans cette espèce et celui que présente la *T. mucronata* que nous venons de décrire; mais là se bornent les rapports de ces coquilles, qui appartiennent à deux genres différents.

Gisement et localités. — Couches dévoniennes des environs de Sabero (Léon).

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 3 a. Individu adulte vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 3 b. Le même, vu du côté opposé.
Fig. 3 c. Le même, vu de profil.

2. *Spirifer Ezquerra*, n. sp., pl. IV, fig. 6.

Espèce petite, transverse, ornée de plis rayonnants, tranchants, simples, peu nombreux et traversés par des stries d'accroissement bien marquées. Le sinus de la valve dorsale est étroit, sa largeur au bord n'étant égale qu'à celle des deux plis latéraux voisins. Il en est de même du bourrelet de la valve ventrale. Il existe 5 à 6 plis de chaque côté du sinus. Aréa peu développée en hauteur.

Rapports et différences. — L'étroitesse du sinus de la valve dorsale, la profondeur des plis, et surtout la forme aiguë et tranchante du bourrelet, distinguent cette espèce du *Delthyris brachyptera* des États-Unis, ainsi que des *Spirifer sulcatus* et *crispus* dans lesquels les plis, et surtout le bourrelet, sont toujours arrondis.

Le nom que je propose pour cette espèce est celui d'un des géologues les plus actifs de l'Espagne, auquel je suis heureux de pouvoir offrir ce faible souvenir.

Gisement et localités. — Couches dévoniennes des environs de Sabero.

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 6. Individu adulte. C'est le plus grand que je possède.

3. *Spirifer Rojasi*, n. sp., pl. IV, fig. 4 a, b, c.

Coquille de taille moyenne, peu transverse, subquadrangulaire, pourvue, de chaque côté du sinus, de sept à huit plis rayonnants. Ces plis sont arrondis et ornés de stries transverses crénelées. Les sillons, de même largeur que les plis, entre lesquels ils interviennent, sont également ornés de crénelures très fines. Le sinus est

lisse et présente, comme le *S. Pellico*, un pli médian très effacé. La valve ventrale est, ainsi que dans tous les *Spirifer*, moins épaisse que la valve dorsale; mais néanmoins elle est assez bombée. Son bourrelet est simple et arrondi, et occupe en largeur vers le bord l'espace que 4 plis latéraux. Aréa peu élevée.

Rapports et différences. — Par son petit pli au milieu du sinus de la valve dorsale, cette espèce se rapproche du *S. Pellico*, mais elle s'en distingue par sa forme moins transverse, et surtout par les ornements remarquables des plis et du sinus. Ce sont des crénelures formées par de petits tubercules allongés dans le sens de l'axe longitudinal de la coquille, et qui paraissent avoir donné insertion à de petites épines. Le *S. verrucosus* du lias et une petite espèce dévonienne de Ferques sont les seules où je connaisse de pareils ornements.

Gisement et localités.—Calcaires dévoniens de Colle, près Sabero (Léon).

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 4 a. Individu adulte vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 4 b. Le même, vu du côté opposé.
Fig. 4 c. Grossissement du sinus.

4. *Spirifer subspeciosus*, n. sp., pl. IV, fig. 5 a, b, c.

Espèce de taille moyenne légèrement transverse, sans plis sur le sinus ni sur le bourrelet, mais ornée de dix à douze plis rayonnants sur chaque côté. Ces plis sont simples, minces, arrondis au sommet et séparés par des sillons profonds d'une largeur égale à la leur. Le sinus et les sillons offrent quelques traces de stries longitudinales d'une finesse extrême, inégales et se terminant par un petit renflement. Elles ne sont visibles qu'à la loupe. Il faut employer aussi un verre grossissant pour apercevoir les fines stries d'accroissement qu'offrent certains échantillons. Le plus souvent les plis et les sillons paraissent lisses. L'aréa est médiocrement élevée.

Rapports et différences. — Le véritable *S. speciosus* se distingue facilement de cette espèce par sa forme plus transverse (il est ordinairement deux fois plus large que long), par ses plis moins nombreux, plus arrondis, moins saillants et séparés par des sillons étroits. Il y a cependant dans l'Eifel des coquilles moins transverses, à plis plus nombreux, et qui ne paraissent être que des variétés du *S. speciosus*. C'est avec ces variétés que l'on pourrait con-

fondre l'espèce d'Espagne, si l'on ne faisait attention à la forme des plis qui sont ici moins arrondis, et séparés par de plus larges sillons. J'ajouterai que les variétés les mieux conservées du *S. speciosus* ne m'ont pas offert de traces des petites stries que j'ai signalées dans le fond du sinus et des sillons de l'espèce qui nous occupe. On trouve aussi dans les calcaires dévoniens de Normandie et de la Sarthe des *Spirifers* très voisins de celui-ci, et qui n'en diffèrent que par les stries transverses bien prononcées qui recouvrent les plis longitudinaux. Le *S. Pellico*, qui se rencontre dans les mêmes couches que le *S. subspeciosus*, s'en distingue par le petit pli qu'il porte au milieu du sinus, et par sa forme plus transverse, caractères qui se reconnaissent dès le plus jeune âge.

Gisement et localités. — Se trouve en très grand nombre dans les couches dévoniennes de Ferrones (Asturies). On pourrait peut-être y rapporter une espèce que M. de Tchihatcheff a découverte dans le terrain dévonien de l'Asie mineure.

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 5 a. Individu de taille moyenne, vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 5 b. Le même, vu du côté opposé.
Fig. 5 c. Le même, vu du côté de la charnière. C'est à tort que le dessinateur a fait voir une espèce de dent au milieu de la fente triangulaire, qui est complétement libre.

4. *Orthis Beaumonti*, n. sp., pl. IV, fig. 8 a, b, c, d.

Grande et belle coquille de forme suborbiculaire un peu transverse, ornée de stries rayonnantes très fines, au nombre de 200 à 250, qui, à partir du crochet, se recourbent sur les côtés, et dont quelques unes reviennent même jusque sur le bord cardinal comme dans les Orthis du groupe que j'ai appelé groupe des *arcuato-striatæ* (1), auquel cette espèce appartient. Toutes les stries sont presque égales entre elles, et leur nombre s'accroît par insertion de stries nouvelles entre les stries primitives. Dans quelques cas, la strie nouvelle reste sur une partie de sa longueur un peu plus petite que les autres. Quelques unes offrent de ces renflements en forme de gouttelette comme on en voit sur les *Orthis resupinata* et *striatula*.

La valve dorsale est moins bombée que la valve opposée; renflée près du crochet, elle se creuse largement dans le milieu et devient

(1) *Géol. de la Russie d'Europe*, 1845, vol. II, p. 177.

presque concave sur une partie de la surface. L'aire est peu élevée et variable dans son inclinaison par rapport à l'axe longitudinal de la coquille. L'ouverture triangulaire placée au-dessous du crochet n'est jamais fermée. Sous cette ouverture se dessinent, à l'intérieur de la valve, deux impressions concaves allongées qui séparent une arête qui naît au-dessous du crochet.

La valve ventrale bombée est remarquable par un sinus assez profond qui s'étend du crochet vers le bord. A l'intérieur on observe deux impressions musculaires plus larges que celles de l'autre valve, et d'où partent trois côtes peu saillantes. Ces impressions sont séparées par une petite côte qui se relie avec une lame mince placée au milieu de la charnière. Chacune de ces impressions est elle-même traversée obliquement par une légère arête comme dans l'*O. elegantula*.

Rapports et différences. — Rien n'est plus difficile en général que de distinguer les nombreuses espèces d'Orthis qui composent le groupe des *arcuato-striatæ*; c'est un travail qui exige des comparaisons exactes et minutieuses. Ici, par exemple, on pourrait confondre l'espèce qui nous occupe avec l'*O. resupinata* ou avec l'*O. Keyserlingiana*. La première s'en distingue cependant par une forme plus transverse, par l'absence de sinus sur la valve ventrale, ou par un léger indice qui en laisse à peine deviner l'existence. La seconde, au contraire, a un sinus plus profond que l'*O. Beaumonti*, et affecte une forme plus petite, plus globuleuse et plus transverse. Ni l'une ni l'autre n'offrent les mêmes impressions intérieures que l'espèce remarquable à laquelle nous donnons ici le nom d'un des illustres auteurs de la carte géologique de France.

Gisement et localités. — Cette coquille se trouve dans les couches dévoniennes de Ferrones et d'Aviles (Asturies), et dans celles de Sabero (Léon), couches très voisines de celles qui contiennent les combustibles.

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 8 a. Grand individu vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 8 b. Le même, vu de profil.
Fig. 8 c. Intérieur de la valve dorsale d'un autre individu.
Fig. 8 d. Valve ventrale d'un troisième individu.

2. *Orthis Dumontiana*, n. sp., pl. IV, fig. 7 a, b, c.

Espèce de taille moyenne, obronde, ornée près du crochet de stries saillantes, dichotomes, qui se subdivisent plusieurs fois (avant

d'atteindre les bords. Ces stries sont très arquées sur les côtés. La valve dorsale, un peu moins épaisse que la valve opposée, est légèrement concave vers les bords et relevée dans le milieu. L'aréa est un peu plus haute que celle de la valve ventrale; mais comme elle est très inclinée, et quelquefois renversée, elle ne se voit pas quand la coquille est posée sur la valve dorsale (fig. 7 b). L'ouverture, assez large, n'offre aucun deltidium qui la ferme ou la resserre; elle est seulement en partie obstruée par la triple dent de la valve ventrale. Cette valve est bombée et creusée dans le milieu par un sinus profond. Son aréa est dans le plan de l'axe longitudinal de la coquille. Elle offre à la charnière deux dents latérales et une dent médiane triple.

Rapports et différences. — Par son profond sinus sur la valve ventrale cette espèce rappelle l'*O. Keyserlingiana* et l'*O. Beaumonti*, mais elle se distingue aisément de l'une et de l'autre par la nature et la dimension de ses stries. On pourrait, sous ce dernier rapport, la rapprocher de quelques variétés de l'*O. rustica*, mais cette espèce appartient au groupe des *recto-striatæ*, tandis que l'*O. Dumontiana* fait partie de notre groupe des *arcuato-striatæ*.

Gisement et localités. — Le seul échantillon de cette espèce que je possède d'Espagne m'a été donné par M. Casiano de Prado, qui l'avait trouvé dans les calcaires dévoniens d'Aleje, près de Sabero (Léon). Nous en possédons deux autres échantillons de Belgique, trouvés l'un, par M. Delanoüe, près de Trelon, et l'autre, par M. Dumont, dans les schistes de Verlaine, qu'il rapporte au système quartzo-schisteux supérieur du terrain anthraxifère, système qui nous paraît être à peu près contemporain des calcaires et schistes de Sabero. Nous nous faisons un plaisir de dédier cette espèce à celui qui l'a découverte le premier et à qui nous devrons bientôt une magnifique carte géologique de la Belgique.

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 7 a. Grand individu vu du côté de la valve dorsale et montrant l'aréa et l'ouverture triangulaire de la valve ventrale
Fig. 7 b. Le même, vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 7 c. Le même, vu de profil.

1. *Leptæna Naranjoana*, n. sp., pl. IV, fig. 10 a, b.

Élégante espèce de forme transverse, légèrement géniculée vers les bords. Test lisse, luisant et d'un éclat un peu nacré. Aréa très

surbaissée, formée aux dépens des deux valves et denticulée sur la ligne d'articulation. Ouverture triangulaire et deltidium souvent effacés. Il semble que ces parties que l'on aperçoit par transparence aient été recouvertes d'une couche testacée. Le même phénomène s'observe sur la *L. grandis* Bouch., de Ferques, près Boulogne. Valve ventrale concave ou plutôt plate dans sa première moitié et recourbée vers les bords.

Rapports et différences. — Cette espèce ressemble beaucoup au *L. lepis* et ne s'en distingue que par l'absence de stries rayonnantes sur la surface.

Gisement et localités.— Calcaires argileux dévoniens de Ferrones (Asturies). Je possède de l'Eifel des échantillons que j'avais toujours confondus avec le *L. lepis*. J'avais attribué l'absence des stries à leur état de conservation; mais, comme à ce caractère s'ajoute celui de ne pas offrir de traces d'ouverture triangulaire à l'aréa ni de deltidium, je crois qu'ils peuvent appartenir à l'espèce qui nous occupe.

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 10 a. Individu adulte vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 10 b. Le même, vu de profil.

2. *Leptæna Maestreana*, n. sp., pl. IV, fig. 9 a, b.

Petite coquille subovalaire, plus large vers le front que du côté de la charnière, ornée de stries rayonnantes, parmi lesquelles on en distingue quelques unes assez saillantes séparées par trois ou quatre stries plus fines. Aréa courte existant sur l'une et l'autre valve, mais peu haute sur la valve ventrale. Ouverture très étroite, lancéolée et entièrement fermée par un deltidium. Valve dorsale légèrement carénée dans le milieu. Valve ventrale un peu bombée sur les côtés et creusée dans le milieu par un large et profond sinus qui au front relève le bord de la valve dorsale.

Rapports et différences. — Par la nature de ses stries et surtout par la forme si étroite de son deltidium cette espèce vient se ranger parmi les *Leptæna*, bien qu'elle diffère de la plupart de ses congénères par la forme légèrement bombée et la dépression médiane de la valve ventrale, comme par le peu de longueur de l'aréa. Le nom que je lui donne rappelle celui d'un géologue distingué de la Péninsule, M. Amalio Maestre.

Gisement et localités. — Cette élégante espèce provient des

couches dévoniennes des environs de Sabero (Léon), où elle doit être très rare, car je n'en possède qu'un seul échantillon.

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 9 a. Vu du côté de la valve ventrale.
Fig. 9 b. Le même, vu de profil.

Pradocrinus Baylii, n. sp., pl. IV, fig. 11 a, b, c.

Les divisions que les zoologistes ont établies parmi les êtres organisés sont ordinairement liées dans la nature par des relations que l'étude et l'observation nous font découvrir chaque jour. C'est ce qui arrive à l'égard des animaux pairs et symétriques, et des animaux rayonnés qui, au premier abord, semblent former des classes si distinctes. Il est bien connu aujourd'hui que la plupart des animaux rayonnés offrent une tendance à une disposition paire et que, malgré leur forme étoilée, on peut encore les diviser en deux parties égales. Parmi les Encrines, il en est peu où cette tendance soit plus manifeste que dans le genre dont nous allons parler. En effet, le calice est légèrement déprimé, et sa coupe est elliptique plutôt que ronde. Les bras forment, comme à l'ordinaire, cinq groupes, mais deux sont séparés par un espace plus considérable que tous les autres. Dans cet espace naît une espèce de côte ou saillie aboutissant à une petite ouverture qui semble être la bouche. Cette ouverture est à environ 6 millimètres du sommet, qui forme une légère protubérance et où se trouve une autre ouverture très étroite et assez irrégulière qui nous paraît due à quelque fracture accidentelle (1). Une ligne abaissée de ce point, et passant par la bouche et la saillie dont nous venons de parler, vient traverser une des plaques de premier rang par le milieu, exactement de même que les lignes que l'on abaisserait de chacun des cinq bras. Cette ligne semble être la ligne médiane de l'animal, et le partage en deux parties égales. Tout ici, en ce qui concerne la multiplication des pièces ou assules, est subordonné au nombre 6 et non pas au nombre 5, comme dans la plupart des Encrines. Ainsi l'on y compte :

(1) Nous avions cru d'abord que ce pouvait être la bouche et que l'ouverture inférieure était l'anus; mais après un examen plus attentif, nous n'avons pas reconnu à l'ouverture terminale une forme assez régulière pour y placer la bouche; elle semble être d'ailleurs trop petite.

3 pièces basales hexagones et égales entre elles;

6 pièces de premier rang, hexagones et d'égale dimension;

12 pièces de deuxième rang, toutes hexagones, à l'exception d'une seule qui correspond au côté où se trouve la bouche;

18 pièces de troisième rang, parmi lesquelles il y en a de pentagones, d'hexagones et d'heptagones;

24 pièces de quatrième rang;

34 pièces de cinquième rang ou pièces supérieures.

A chaque rang le nombre des pièces augmente donc de 6. Il n'y a d'irrégularité que lorsqu'on atteint le cinquième rang. Cette irrégularité naît de ce que les bras, en se développant, rétrécissent l'intervalle où se trouve la bouche. Vers la base du calice, la pièce qui correspond à la bouche est aussi grande que celle qui correspond à chacun des bras; mais au deuxième et au troisième rangs, les pièces au-dessous de l'ouverture buccale deviennent plus petites que les autres; et enfin, au cinquième rang, il n'y en a plus que 4 au lieu de 6, nombre qui correspond à chacun des bras. Ceux-ci, autant qu'on peut en juger, semblent naître par paires sur les pièces du cinquième rang. Chacun des cinq groupes brachiaux serait ainsi composé de quatre bras naissant deux par deux, et séparés par une pièce du cinquième rang. Une des pièces de troisième rang, au-dessous de chaque groupe brachial, est ornée, ainsi que cela se voit sur un de nos échantillons, de nervures très saillantes qui se dirigent vers les deux paires brachiales. La partie supérieure du calice est fermée par un grand nombre de pièces assez irrégulières, à peu près lisses. Les grandes pièces qui forment le calice, depuis la base jusqu'aux bras, sont au contraire ornées de stries partant du sommet des plaques, et perpendiculaires à chacun de leurs côtés.

Rapports et différences. — La multiplication par 6 des pièces du calice, et le grand nombre qu'on en observe entre la base et la naissance des bras, m'ont engagé à faire de cette espèce un genre nouveau que je place dans le voisinage des Actinocrinites qui ont également 3 pièces basales et 6 pièces de premier rang. Mais, dans les Actinocrinites, ces pièces ne sont pas d'égale dimension, la plus petite étant celle qui correspond au côté où se trouve la bouche.

Gisement. — Cette belle Encrine se rencontre dans les couches dévoniennes des environs de Colle, près Sabero (montagnes de Léon), et m'a été donnée par M. Casiano de Prado, à qui on doit la découverte des curieux fossiles de Sabero. Elle y est très rare,

et je n'ai pu en trouver qu'un mauvais échantillon. Celui que je figure ici provient de M. Casiano de Prado.

Explication des figures, pl. IV.

Fig. 11 a. Grand individu représenté du côté de la bouche.
Fig. 11 b. Le même, vu du côté où s'attache la tige.
Fig. 11 c. Autre individu, où les stries et les nervures des pièces sont mieux conservées.

M. Martins lit, au nom de l'auteur, le mémoire suivant :

Quelques observations sur les nappes et cônes d'éboulement, et sur les lits de déjection des torrents; par M. H. Hogard.

Épinal, 13 septembre 1849.

En parcourant les vallées des Alpes de la Suisse j'avais eu souvent occasion de m'apercevoir que les lits de déjection des torrents n'appartenaient pas tous à la même époque géologique, et d'y reconnaître des dépôts anciens, récents ou actuels (1), et mes conjectures à cet égard se sont trouvées pleinement confirmées, lorsque j'ai pu prendre connaissance du remarquable travail dans lequel M. Scipion Gras a traité cette question, en formulant des explications et en citant des faits qui ne sauraient plus laisser de doutes à ce sujet. Toutefois, il me paraît encore nécessaire, pour compléter les données recueillies jusqu'à ce jour sur les lits de déjection des torrents, d'étudier leurs liaisons avec le phénomène erratique et leurs relations avec les accumulations de matériaux rapportés, tantôt au terrain erratique, tantôt aux dépôts généralement considérés comme des alluvions produites par l'action exclusive des eaux ; et, dans cette courte notice, je me propose de faire comprendre cette nécessité. En même temps, j'aurai occasion de noter quelques faits relativement aux cônes ou aux nappes d'éboulement, dont la production, dans un grand nombre de cas, est causée par l'action glaciaire, et qui, par conséquent, rentrent plus ou moins complétement dans les formations erratiques.

L'ancienne extension des glaciers est un fait qu'on ne saurait

(1) *Essai sur le terrain erratique des Vosges*. Explication des planches. F.

plus nier aujourd'hui, et que des traces irrécusables, imprimées sur le sol des contrées autrefois envahies, nous permettent de constater à chaque pas. Lorsque, par suite de modifications survenues dans les conditions atmosphériques, les glaciers se sont progressivement retirés, les terrains, dépouillés de leur manteau de glace, ont été successivement exposés aux dégradations des agents atmosphériques, et les matériaux détachés, soit par ces agents, soit par les glaciers subsistant encore, sont tombés en suivant les plans inclinés pour former des nappes, des talus d'éboulement, ou ont été entraînés et déposés par les torrents sous forme de lits de déjection. Généralement, ces diverses accumulations sont d'autant plus anciennes qu'elles existent sur des points plus éloignés des glaciers actuels, et presque toujours elles reposent visiblement sur des dépôts antérieurs, sur des amas de matériaux erratiques, sur les nappes ou moraines profondes successivement abandonnées par les anciens glaciers.

« Les lits de déjection constituent de petites éminences dont la » hauteur est très peu considérable relativement au diamètre de » la base (1). Leur forme générale est celle d'un demi-cône » aplati, qui est appliqué contre la montagne et a son sommet » placé précisément à l'issue de la gorge. Les arêtes de ce dernier » cône sont bien dressées et présentent une pente presque tou- » jours inférieure à $0^m,08$, qui diminue de plus en plus en des- » cendant, de manière à se raccorder avec la plaine. Le torrent qui » descend de la montagne coule ordinairement sur l'arête culmi- » nante, et très souvent il y est profondément encaissé. Les lits de » déjection sont recouverts à leur surface d'habitations, d'arbres et » de champs cultivés, tandis que ceux qui se forment sous nos » yeux n'offrent à l'œil qu'une plage de cailloux stériles que le » torrent accroît sans cesse et qu'il parcourt dans tous les sens. »

Les débris des masses minérales désagrégées par l'action des agents atmosphériques ou par les glaciers tombent et glissent sur les talus inclinés, forment des nappes ou des talus coniques, dont les arêtes rectilignes ont une inclinaison variant suivant la nature des matériaux, mais qui est toujours plus forte que celle des lits de déjection formés avec le concours des eaux. Dans les éboulements de roches, dont les fragments sont solides et anguleux, elle atteint un maximum de 35 degrés, soit, en hauteur, les $7/10^{es}$ de la base, ce qui est d'accord avec ce que l'expérience a démontré,

(1) M. Scipion Gras, mémoire cité, p. 2.

que l'inclinaison d'un talus d'éboulement est d'autant plus forte que les matériaux dont il se compose sont moins friables. Les sommets de ces talus sont placés, tantôt à l'issue de quelques gorges ou de couloirs dans lesquels les débris rejetés et réunis s'écoulent en roulant incessamment, tantôt contre des escarpements de rochers dominés par des masses minérales désagrégées ou attaquées par les glaciers supérieurs. Comme les lits de déjection, on peut les diviser en éboulements de l'époque actuelle qui continuent à se former sous nos yeux, et n'offrent que des amas de matériaux stériles dont la masse s'augmente graduellement, et en éboulements anciens enveloppés de détritus et recouverts par des arbres et quelquefois même par des champs cultivés. Ces accumulations produites avec ou sans le concours des eaux sont, comme le fait remarquer M. Scipion Gras, des remblais faisant suite à des déblais; aussi les formes des matériaux qu'elles renferment doivent-elles varier suivant la nature et la composition des terrains aux dépens desquels ces déblais ont été exécutés, et c'est ce qui a lieu. Ainsi, dans les nappes d'éboulements on rencontre généralement des détritus provenant de la décomposition et de la désagrégation de roches mêlées à des fragments anguleux sur lesquels on observe des traces de chocs et de frottements peu prolongés. Mais on rencontre souvent en quantités notables des blocs et des galets arrondis et à surfaces de frottements parfaitement polis, et les mêmes différences se présentent dans les lits de déjection formés, tantôt de cailloux *plus ou moins arrondis*, *de cailloux polis*, entremêlés de sables et de menus graviers. Et ce mélange de matériaux étrangers, de galets roulés et imparfaitement polis et de galets offrant des formes que les glaciers seuls peuvent imprimer aux matériaux soumis à leur action, est une preuve évidente de la nécessité d'étudier plus complétement qu'on ne l'a fait jusqu'ici les relations des accumulations dont nous nous occupons avec les dépôts erratiques, et de distinguer les déjections formées en totalité ou en partie aux dépens des moraines anciennes ou actuelles, et celles que les torrents et les agents atmosphériques produisent isolément par la destruction partielle des masses minérales exposées à leur action exclusive.

Lorque des torrents sortent de bassins de réception ouverts dans des masses minérales dégagées de dépôts erratiques, ils n'offrent que des débris plus ou moins arrondis, mêlés de sables et de graviers, et leur production étant entièrement indépendante de l'action glaciaire, on doit les comprendre dans une catégorie particulière; il en est de même des éboulements formés par suite de

la désagrégation continuelle des masses minérales. Les lits de déjection, les cônes et les nappes de cette espèce appartiennent, soit à l'époque actuelle, soit à une époque plus reculée. L'observation ne nous laisse aucun doute à cet égard, et elle nous démontre qu'il y en a d'anciens et de nouveaux.

Dans le haut Valais, tous les lits de déjection anciens ou éteints, recouverts de végétation et de terrains cultivés, renferment des débris erratiques, des blocs et des galets parfaitement polis, arrondis ou polyédriques, à surfaces planes et polies, mêlés aux débris arrachés aux flancs des montagnes par l'action des cours d'eau et provenant d'avalanches et d'éboulements. Leurs sommets correspondent aux gorges par lesquelles s'échappent encore les eaux des glaciers suspendus et confinés aujourd'hui sur les sommités bordant la vallée. Ils renferment non seulement les matériaux de ces glaciers autrefois plus étendus, mais encore ceux qu'ont dû produire les sections pratiquées dans les moraines latérales de l'ancien glacier principal; et, comme les torrents ne pouvaient s'établir qu'à mesure de la retraite de ce glacier, et chaque fois qu'il venait à démasquer une gorge latérale, il s'ensuit que les lits de déjection se sont formés successivement, et que les plus anciens sont ceux que l'on rencontre d'abord vers le bas des vallées.

Le petit village de Randa, dans la vallée de Zermatt, rive droite, est établi sur un ancien lit de déjection formé par un torrent alimenté par les glaciers supérieurs de la montagne de Fée. C'est un de ces dépôts erratiques remaniés par les eaux, dont j'ai vu tant d'exemples dans toutes les hautes vallées de la Suisse que je viens de visiter de nouveau cette année (pl. V). En face de Randa (rive gauche), sur les flancs du Weisshorn, on aperçoit un glacier qui se divise en plusieurs branches, et donne lieu à la formation de plusieurs dépôts distincts (L). A l'amont de ce village, le fond de la vallée (C) offre un comblement, une nappe régulière ou moraine profonde parfaitement conservée jusqu'à la forêt de mélèze de Wilde : cette forêt recouvre un ancien lit de déjection attaqué de nouveau par les eaux du torrent qui coulent en ce moment dans un lit profondément creusé à la partie la plus élevée du dépôt (B). Sur la rive gauche, entre ces deux lits, on remarque deux cônes d'éboulement recouvrant partiellement la moraine latérale de l'ancien glacier principal, et formés eux-mêmes en grande partie de matériaux rejetés autrefois par les glaciers supérieurs. Celui d'amont (D) est entièrement recouvert d'habitations, d'arbres et de champs cultivés; le second (E) n'est pas encore entièrement éteint, et, à une époque sans doute assez récente, un

cours d'eau périodique est venu l'attaquer et s'est ouvert un lit torrentueux dans sa partie latérale gauche, et atteindra les maisons établies à sa base.

Le glacier de Weisshorn, vers le milieu de sa partie terminale, s'arrête au sommet d'un rocher usé et poli qui, au-dessous de la glace, forme un escarpement presque vertical. La glace qui se détache et tombe au pied de cet escarpement forme un cône ou petit glacier remanié (G), mélangé de détritus, de galets et de blocs. Une branche du glacier contourne le rocher et vient toucher la base du cône et la recouvre en partie par sa moraine latérale droite, qui elle-même s'étend en forme de nappe d'éboulement sur le flanc de la montagne (K). La moraine latérale droite borde le glacier sur le prolongement du rocher qu'il couronne; mais elle ne peut s'y arrêter faute d'un emplacement suffisant, d'un ressaut ou pli du terrain; elle retombe à droite du cône de glace remanié, et constitue un nouveau cône d'éboulement entièrement formé de détritus, de blocs et de galets (F); puis, sur une partie de la moraine latérale gauche, la plus éloignée du glacier et qui est la plus ancienne, s'étale une nappe d'éboulement en activité, entièrement composée de blocs ou de fragments anguleux (I) : enfin le petit torrent qui sort du glacier forme au-dessous de ces accumulations, et jusqu'au fond de la vallée, un lit de déjection (K) offrant identiquement les mêmes caractères que ceux dont nous attribuons la création à des torrents, pour ainsi dire éteints aujourd'hui, et qui, à une époque plus reculée, ont produit des dépôts d'autant plus puissants qu'ils agissaient sur des amas plus considérables de matériaux erratiques, dont ils n'ont fait, pour ainsi dire, qu'opérer le remaniement.

Ainsi, sur un même point de cette vallée nous voyons, d'un seul coup d'œil, la cause et les effets : les moraines et les matériaux façonnés par un glacier en activité; un glacier remanié qui, en disparaissant, laisserait un cône d'éboulement; des cônes d'éboulement anciens et actuels formés en totalité ou en partie de matériaux erratiques; un lit de déjection alimenté par un glacier et façonné par les eaux qui s'en échappent; des lits de déjection éteints ou attaqués de nouveau et ayant les mêmes caractères et la même structure et formés de la même façon autrefois; enfin un talus d'éboulement provenant de la chute de rochers en surplomb incessamment attaqués par les seuls agents atmosphériques. Puis, si nous voulons examiner le régime du cours d'eau principal, nous remarquerons qu'il corrode et détruit les nappes erratiques anciennes, qu'il charrie et transporte des matériaux pour en former

çà et là des déjections irrégulières que l'on ne saurait confondre avec les comblements dont nous avons encore ici plusieurs exemples, et que M. Martins a désignés (1) sous le nom de moraines profondes des anciens glaciers, et que, dans le pays, on connaît sous celui de *Boden*.

Si ce petit glacier de Weisshorn venait à disparaître, on pourrait éprouver quelque hésitation dans le classement des dépôts qui en dépendent. A l'aspect extérieur, on reconnaît sans doute les cônes d'éboulement avec leurs arêtes rectilignes ; mais il ne suffirait pas de les ranger dans cette catégorie des terrains superficiels : l'éboulement actuel, qui s'étale sur la moraine latérale, ne saurait leur être assimilé. Celui-ci est le résultat de l'action exclusive des agents atmosphériques, la conséquence d'incessantes dégradations et le produit de chutes de fragments de rochers plus ou moins profondément altérés et désagrégés. Les autres renferment principalement des matériaux erratiques façonnés par le glacier et mélangés à quelques débris que la glace a transportés à sa surface sans les modifier.

La glace, au sommet du rocher, occupe d'ailleurs un ressaut du terrain, un plan moins incliné, et, si ce rocher venait à se découvrir, on ne comprendrait pas de quelle manière des cônes d'éboulements auraient pu se produire au pied d'un talus que ne dominerait aucun escarpement. Cependant ils se forment sous nos yeux, et de manière que nous puissions nous en rendre compte ; et si nous voulons éviter des incertitudes dans l'étude des dépôts analogues, résultant des mêmes causes et situés aujourd'hui dans des régions éloignées des contrées où les glaciers ont persisté, nous avons un moyen bien simple, c'est d'étudier les formes caractéristiques de leurs matériaux ; c'est de nous habituer à distinguer les galets erratiques façonnés par les glaciers, et à ne pas les confondre avec ceux que les eaux transportent, usent et corrodent, sans jamais leur imprimer le cachet que les glaciers ont seuls la propriété de leur donner. Enfin, c'est de parvenir à reconnaître un dépôt erratique d'après ses éléments constitutifs, d'après la forme de ses *fossiles*, si l'on peut employer cette expression, comme on est parvenu à séparer les dépôts marins des dépôts d'eau douce, d'après les espèces de coquilles propres aux uns et aux autres.

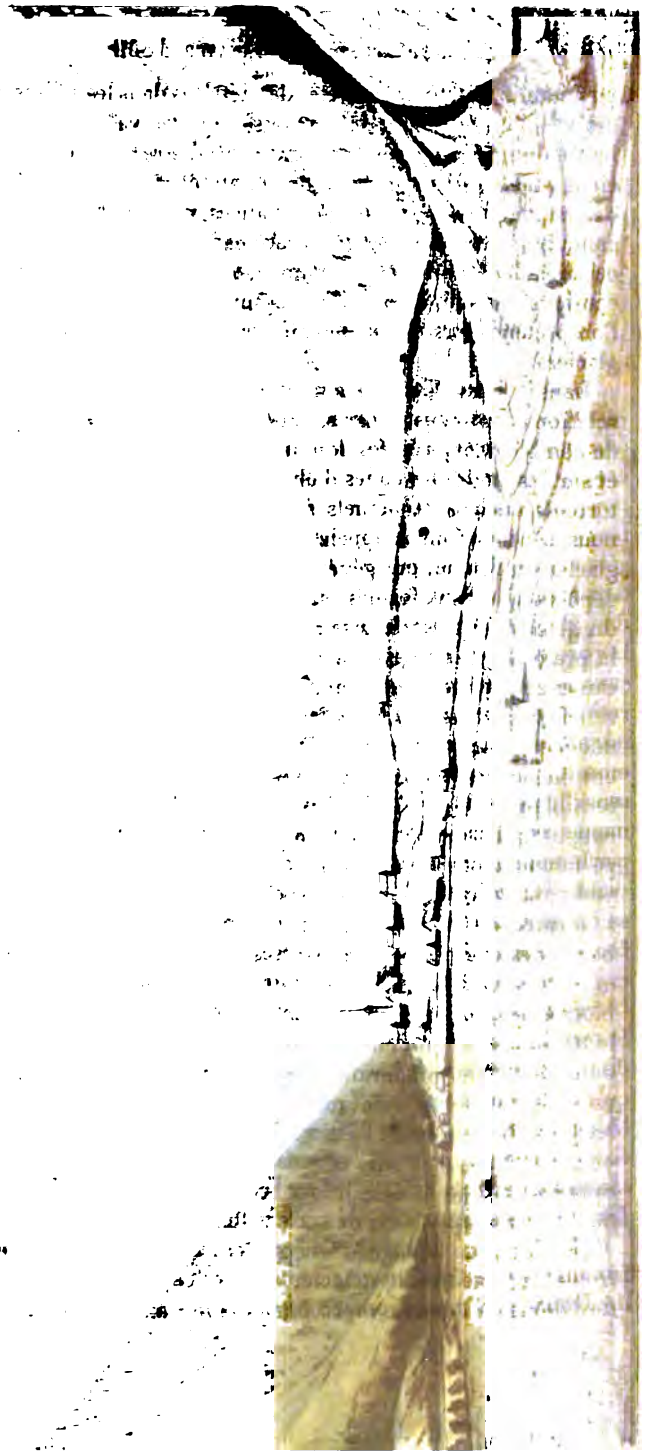
On comprend, ainsi que nous l'avons dit, que les torrents n'ont

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIII, p. 344, la note.

pu s'établir, entraîner et rejeter des détritus dans les vallées que successivement, et quand les crevasses ou les vallées latérales, par lesquelles ils se sont écoulés, ont cessé d'être occupées par les anciens glaciers. Aussi l'étude des relations des lits de déjection et des nappes de comblement des vallées principales doit elle nous conduire à recueillir des observations intéressantes sur l'origine de certains dépôts dont la formation est encore attribuée à l'action des courants qualifiés de *diluviens*, et qui se seraient produits, à ce que l'on prétend, lors de la destruction et de la fusion des anciens glaciers.

Dans le haut Valais, où nous voulons choisir un exemple des relations dont nous parlons, on observe plusieurs grandes nappes de comblement, réglées longitudinalement et transversalement, et sur lesquelles les cônes d'éboulement et les lits de déjection des torrents anciens et actuels sont venus s'étaler. Ces nappes, que nous continuerons à appeler les moraines profondes de l'ancien glacier du Rhône, ont généralement été considérées comme des dépôts d'alluvion, formés, soit par les eaux du Rhône, à la sortie du glacier, soit par la masse liquide qui a dû se produire quand la presque totalité de ce glacier s'est fondue sous l'influence de causes encore inconnues aujourd'hui. Les cônes qui se dessinent en relief, vers le bas de la vallée, et notamment près de Sierre, seraient les restes d'une nappe plus puissante autrefois et affouillée ensuite par le fleuve, à une époque où le volume des eaux avait sensiblement diminué. — En remontant la vallée on trouve cette nappe régulière de comblement, cette ancienne moraine profonde parfaitement conservée, entre les villages d'Obergesteln et d'Oberwald; et, suivant la même hypothèse, ce comblement aurait dû se former, soit dans un bassin occupé par un lac, soit dans un bassin desséché et dont les diverses parties étaient successivement exposées à l'action du Rhône entraînant et nivelant les sables, les blocs et les galets qui constituent ce dépôt. — Mais si l'on examine le terrain, et si l'on cherche à se rendre compte de la manière dont cette opération aurait dû se pratiquer, on s'aperçoit bien vite qu'il faut chercher une autre explication; et comme on a sous les yeux les résultats de l'action des eaux et de l'action des glaciers, on parvient sans efforts, et sans qu'il soit besoin d'invoquer des causes inconnues, à déterminer l'origine de chacune des portions des terrains superficiels de cette vallée.

(Pl. VI.) Le village d'Obergesteln est bâti sur une moraine frontale (A) de l'ancien glacier : elle offre une coupure au passage du Rhône; à l'amont, on reconnaît la moraine profonde (B) sur la-



quelle *repose* le barrage frontal. — Il est bien évident que la nappe de comblement existait au moment même où le glacier s'est arrêté sur ce point et pendant assez de temps pour former une moraine terminale bien autrement puissante que celles que l'on remarque en avant du talus du glacier actuel. Les résultats de l'action des eaux du Rhône sont imprimés sur le sol de cette nappe; elles y ont creusé un lit irrégulier et qui éprouve journellement des modifications, mais dans des limites que le cours d'eau n'a jamais franchies.

Si le comblement n'est pas la moraine profonde, il faut que ce soit un dépôt formé par les eaux; ses galets cependant sont erratiques, et cela paraît tout naturel, puisque le comblement a eu lieu à la suite d'un glacier qui les avait d'abord façonnés. Mais que cette nappe offre un profil transversal et longitudinal régulier à l'amont de la moraine frontale, et d'un côté à l'autre de la vallée, c'est ce qu'on ne saurait comprendre qu'en admettant certaines conditions. Et avant de les accepter, il faudrait démontrer :

1° Ou qu'un courant a pu occuper toute la longueur de la vallée, ou qu'il en a parcouru successivement toutes les parties;

2° Que les eaux de ce courant ont eu constamment la même puissance, la même vitesse, et par conséquent la même force dans toute l'étendue du trajet, au thalweg et sur les rives, puisque la nappe de comblement est régulière sur tous les points;

3° Que le comblement s'est opéré d'Oberwald à Obergesteln, au moyen de matériaux entraînés de l'amont, et qui, parvenus à l'origine de la nappe, ont été conduits dans tout le bassin et contre la moraine frontale, de manière à y constituer un plan régulier sans accélération ni diminution de mouvement; car la moindre variation dans les forces de transport aurait eu pour résultat véritable la production d'une *nappe conique*, semblable à celles que les eaux forment sous nos yeux, et comme il serait permis de supposer qu'elles en formaient autrefois, jusqu'à ce que l'on parvienne à nous démontrer que les lois de l'hydraulique ont été revisées, corrigées et considérablement modifiées dès le commencement de l'époque actuelle.

Les glaciers se sont évidemment retirés graduellement et lentement. On a cherché inutilement jusqu'ici, et l'on ne parviendra pas à expliquer comment des massifs de glace aussi puissants que ceux qui remplissaient les vallées des Alpes auraient pu subitement disparaître et se fondre. — Ils se sont évidemment fondus; mais pour opérer le transport des blocs erratiques, il eût fallu des courants d'une puissance extraordinaire à un moment donné, et, pour

satisfaire à cette condition, il faudrait de toute nécessité arriver à une fonte subite ; car il est bien évident que si elle était graduelle, même avec une accélération extraordinaire, les eaux se seraient graduellement écoulées et avec une vitesse croissante. Mais comment alors se serait produit cet exhaussement dans leur niveau, exhaussement qu'il faut bien admettre jusqu'à la limite supérieure des dépôts erratiques provenant des Alpes et rejetés sur le Jura? — Une inondation considérable n'aurait pu atteindre son maximum qu'à la longue et qu'autant que les issues des bassins d'écoulement se seraient trouvées momentanément fermées par des barrages dont on rechercherait inutilement les traces. — Mais dans un bassin, dans un immense lac recouvrant la presque totalité de la Suisse, comment des courants auraient-ils pu s'établir et agir? Et si cette accumulation des eaux n'a pas eu lieu, si les rivières et les torrents extraordinairement gonflés ont pu agir librement, comment n'ont-ils pas entraîné et renversé des moraines frontales parfaitement conservées, et détruit la régularité des nappes profondes en comblant tous ces bassins compris entre les moraines frontales, tous ces lacs du Léman, de Neuchâtel, de Thun, etc., etc., etc.?

La parfaite conservation de la moraine frontale d'Obergesteln et la régularité de la moraine profonde nous indiquent clairement comment les choses se sont passées, et nous prouvent que le glacier s'est retiré lentement et sans qu'il se soit produit de subites débâcles. Et plus en petit les moraines échelonnées en avant du glacier actuel et les nappes régulières qui les supportent nous font voir que les retraites s'opèrent comme autrefois. En ce moment le glacier est en voie de progression ; il revient vers les dépôts abandonnés en dernier lieu, mais il revient lentement, comme il s'était d'abord retiré pendant une longue suite d'années ; l'histoire de ces oscillations est écrite sur le sol en caractères que les eaux auraient effacés si, à une époque quelconque, elles avaient pu franchir les limites que certainement elles n'ont jamais dépassées, mais qu'il fallait extraordinairement reculer pour expliquer la formation des terrains qualifiés de diluviens.

La moraine profonde d'Obergesteln se retrouve à l'aval de la moraine frontale, et se continue dans la direction d'Ulrichen, en se rattachant au comblement de la vallée d'Égine, sans que l'on observe le moindre renflement, la moindre ondulation au confluent du Rhône et du torrent venant du glacier de Gries. Tout ce comblement appartient évidemment au même ordre de dépôts, quelle que soit la cause à laquelle on les rattache ; cela est incontestable.

Si l'on veut que ce soit un dépôt de matériaux transportés et réglés par les eaux, il faut admettre qu'il est antérieur à l'époque de l'occupation du *Boden* d'Obergesteln par le glacier du Rhône, puisque ce bassin est fermé par une moraine frontale, par un barrage semi-circulaire *reposant sur le comblement;* on ne saurait alors rechercher la source de ces eaux extraordinaires dans la retraite subite de cette section de l'ancien glacier qui, après s'être retiré, se serait avancé de nouveau jusqu'à cette moraine frontale. — Mais cette moraine d'Obergesteln appartient à la fois à la période d'extension et de décroissement des anciens glaciers; elle est restée superposée à la nappe de comblement comme un témoin irrécusable du mode de reproduction de la base sur laquelle elle est établie. Elle est absolument dans les mêmes conditions que les anciennes moraines frontales des Vosges étalées sur des nappes régulières, et que celles du bassin d'Im-Grund, au pied du Kirchet (1), dans l'Oberland bernois du glacier actuel du Rhône, etc.

La présence de la moraine frontale prouve d'ailleurs que le glacier s'est arrêté sur ce point pendant un temps assez long, et la nappe profonde supportant ce barrage, on devrait admettre, dans l'hypothèse d'un comblement par les eaux, que ce comblement s'était formé antérieurement. — Le glacier aurait recouvert ensuite le dépôt alluvial jusqu'à l'emplacement du village d'Obergesteln; et, en ajoutant sa moraine profonde sur ce dépôt, on aurait augmenté la puissance et relevé la surface. — Mais nous l'avons remarqué, de l'amont à l'aval de la moraine frontale, le comblement forme un plan incliné, continu, sans inflexion dans le sens vertical, et cette continuité prouverait qu'il n'y a pas eu exhaussement à l'amont, et qu'ainsi le glacier aurait recouvert les alluvions immédiatement, et que, sur ce point, il était dépourvu de moraine profonde; mais un glacier sans moraine profonde serait chose aussi curieuse que nouvelle, et dont on chercherait inutilement un exemple dans les nombreux glaciers qui fonctionnent aujourd'hui sous nos yeux.

Nous avons ici un ensemble de faits suffisants pour arriver à une rigoureuse conclusion.

Ainsi nous voyons positivement la moraine frontale recouvrir, sans aucun dépôt intermédiaire, la nappe de comblement; si cette nappe n'est pas l'ancienne moraine profonde du glacier, il faut qu'on cherche et qu'on retrouve ailleurs les traces de cette couche

(1) H. Hogard, *Coup d'œil sur le terrain erratique des Vosges*, 1848, pl. VII, fig. 2 et autres.

inférieure sur laquelle tous les glaciers reposent, et qui a supporté l'ancien glacier du Rhône quand il s'arrêtait à l'emplacement d'Obergesteln.—Ces traces n'existent nulle part ; et d'ailleurs en admettant que, par suite d'*érosions*, la totalité de cette ancienne couche aurait pu disparaître, il faudrait bien reconnaître en même temps que ces érosions n'ayant pu s'exercer sur la moraine frontale qui est restée intacte, c'est entre cette dernière et la nappe de comblement qu'on devrait l'apercevoir et la retrouver. Mais, nous l'avons déjà répété à plusieurs reprises, ce dépôt intermédiaire n'existe pas, et nous reviendrons toujours à cette conclusion, que, la nappe formant la base sur laquelle le barrage terminal est établi, il y a liaison intime entre ces deux dépôts, qu'ils résultent de l'action d'un agent unique, et que, si l'un offre incontestablement les caractères d'une moraine frontale, l'autre ne saurait être que la moraine profonde, non moins bien caractérisée, et que tout d'abord on ne saurait méconnaître pour peu que l'on ait étudié le régime des glaciers en activité.

Les lits de déjection des torrents qui se jettent dans la vallée du Rhône s'étalent sur les nappes profondes, et dans la même localité nous en avons plusieurs exemples.

A l'amont de la moraine d'Obergesteln, j'ai indiqué un ancien lit de déjection (D) formé en grande partie de matériaux provenant de l'ancienne moraine latérale droite, dont on voit les restes sur les flancs de la montagne, entre tous les ravins latéraux ; le cours d'eau actuel coule dans un lit ouvert sur le côté d'amont et gauche du cône.

Au-dessus et à l'aval de la moraine frontale, on aperçoit le sommet d'un autre cône (C), d'un torrent qui est aussi presque entièrement éteint ; ces cônes, et un grand nombre d'autres, sont couverts de végétation, de champs cultivés et souvent d'habitations.

Le croquis sur lequel ces divers dépôts sont figurés fera comprendre l'observation que nous avons faite sur l'âge relatif des cônes. Celui d'aval a pu se former pendant le dépôt de la moraine frontale, et tandis que le glacier comblait le vallon latéral par lequel s'est ensuite écoulé le torrent qui a formé le cône (D) après la retraite du glacier ; et ce qui a eu lieu ici s'étant répété sur tous les points de l'ancien domaine des glaciers, ainsi qu'on peut s'en assurer par l'examen du terrain, il ne nous semble pas nécessaire de discuter l'opinion que nous reproduisons, et dont notre figure rend d'ailleurs suffisamment compte, que les cônes de déjection *éteints* sont d'autant plus récents qu'ils se rapprochent davantage des glaciers en activité.

D'après les considérations qui précèdent, nous établirons dans les dépôts dont nous avons cru nécessaire de dire quelques mots les divisions suivantes :

Nappes et cônes d'éboulement	anciens et récents.	A. Produits par accumulation de matériaux provenant des masses minérales exposées à l'action des agents atmosphériques. B. Produits par accumulation de matériaux rejetés par les glaciers anciens et actuels. C. Produits par les deux causes, agissant soit simultanément, soit successivement.
Lits de déjection	anciens et récents.	A. Produits par l'action combinée des agents atmosphériques et des eaux. B. Produits par les eaux agissant sur les masses de déjection glaciaires, ou sur les détritus provenant de la désagrégation des masses minérales. C. Produits par le remaniement exclusif des matériaux glaciaires.

Mais quelles que soient l'origine et la nature des matériaux dont ces divers dépôts se composent, leurs formes extérieures n'offrent aucune disposition particulière qui puisse faire deviner à l'avance à quelles divisions de ce tableau ils doivent se rapporter ; l'examen de ces matériaux est donc toujours nécessaire, et dans le plus grand nombre de cas on ne saurait s'en dispenser sans s'exposer à d'inévitables erreurs.

Si l'on se contentait de tenir compte des caractères extérieurs, on éprouverait certainement quelques difficultés à s'expliquer l'existence d'un cône d'éboulement placé sur le flanc d'une montagne, loin de tout massif en surplomb et désagrégé, immédiatement supérieur, soit le développement sur une grande échelle d'un cône de déjection à la suite d'un couloir peu étendu, et sortant d'un bassin de réception fort restreint, dans l'enceinte duquel on ne trouverait en place qu'une très faible partie des rochers dont les débris sont accumulés dans le cône ; et ce n'est que par l'examen des éléments constituant ces déjections qu'on parviendra à reconnaître, non seulement d'où les matériaux accessoires ou accidentels ont pu être enlevés, mais encore de quelle manière ils ont été poussés, façonnés, et conduits jusqu'aux points à partir desquels

ils ont pu constituer des éboulements, ou être momentanément charriés, puis ensuite abandonnés par les eaux torrentielles.

Cette étude d'ailleurs est encore nécessaire si l'on veut apprécier la valeur de certains systèmes, de certaines hypothèses, et parvenir à rapporter à chacune des causes les effets qu'elle a pu réellement produire; mais, pour opérer sûrement, il faut tenir compte des faits, et comprendre qu'il ne suffit pas aujourd'hui de nier l'existence des rochers polis et striés sous les glaciers, et d'expliquer la formation des terrains erratiques en employant une formule aussi simple que commode, en répétant sans cesse : Les blocs erratiques, diluvium ! les nappes de comblement, diluvium ! les galets arrondis, polyédriques, polis, striés ou non, diluvium, diluvium ! !

Dans les éboulements, les matériaux anguleux ne sont pas sensiblement altérés dans leur chute par les chocs qu'ils éprouvent ou par les frottements auxquels ils sont momentanément soumis; quelques angles sont émoussés, quelques surfaces offrent des traces de frottement. Dans les lits de déjection des torrents, les blocs et les galets sont plus ou moins grossièrement arrondis et acquièrent un poli partiel, quand la distance du transport est assez considérable. — Mais, ni dans l'une ni dans l'autre de ces sortes d'accumulations on ne trouve de galets parfaitement polis, de polyèdres à angles arrondis, à surfaces planes ou concaves, de disques très aplatis, de sphéroïdes, etc., etc., lorsqu'elles ont été produites *exclusivement*, soit par la chute des matériaux provenant de la décomposition des masses minérales, soit par le transport de ces matériaux par l'action des eaux. — Et cependant, ainsi que nous l'avons remarqué dans le voisinage et à la suite des glaciers, il y a mélange de blocs et de galets offrant ces diverses formes, et souvent même les matériaux façonnés par les glaciers prédominent ou constituent presque entièrement les déjections. — Et si l'on ne tenait aucun compte des rapports qui existent entre ces déjections et l'agent qui en façonne et en rejette les éléments; si l'on ne voulait pas suivre des yeux le travail qui s'exécute journellement et les résultats produits; si, enfin, on se contentait de noter et de dire que dans telle localité on rencontre des cônes d'éboulement et de déjection, anciens ou actuels, quel enseignement pourrions-nous tirer de semblables annotations? Non seulement on ne ferait faire aucun progrès à la question qui nous occupe, mais encore on fournirait inévitablement aux partisans de la théorie diluvienne une nouvelle occasion de chercher dans une cause inconnue l'explication d'effets produits au grand jour par une cause tellement

visible et si parfaitement appréciable, que nos guides de l'Oberland l'ont instinctivement comprise et l'expliquent à tous les voyageurs qui parcourent cette partie des Alpes.

Il faut donc noter avec soin les caractères extérieurs de ces cônes et les formes des matériaux dont ils sont formés. Et quand on saura que dans un dépôt d'éboulement on rencontre des galets arrondis, polyédriques et polis, on comprendra tout d'abord qu'il ne s'agit pas d'une accumulation produite par la chute de rochers en décomposition, et dont les débris ont parcouru une faible distance suivant un plan plus ou moins incliné, mais qu'il y a mélange de matériaux qui ont été incontestablement soumis à une action autre que celle des agents atmosphériques.

A l'égard des cônes de déjection, on arrivera à la même conclusion, et tout aussi facilement, dès qu'on aura pris l'habitude de reconnaître les galets façonnés par les glaciers, et, on le comprend, la discussion ne sera plus possible, à moins de nier l'évidence des faits. — Ainsi, pour admettre que des galets, que nous considérons comme des galets glaciaires, ont pu, dans le trajet que les eaux leur ont fait parcourir, acquérir les formes qui nous révèlent incontestablement leur origine, il faudrait reconnaître que tous ceux qui offriront les mêmes formes ont été soumis à la même cause. Cependant on n'a pas imaginé jusqu'ici d'introduire l'action des eaux dans les éboulements, et de rechercher les traces de leur intervention; et pourtant il faudrait bien en venir là, ou démontrer que des galets arrondis et polis, tels que les eaux sont censées les façonner dans les lits des torrents, peuvent également se retrouver et se former dans des nappes d'éboulements produits par la chute des masses minérales désagrégées.

Quand on a voulu rendre compte de l'existence de la plupart des dépôts *erratiques* sur des points éloignés des glaciers en activité, on a imaginé des courants diluviens; on a prétendu que les galets et les blocs s'étaient arrondis et polis pendant leur séjour et leur trajet dans le sein des eaux, et la preuve la plus concluante qu'on fournissait, on la puisait dans l'examen des dépôts formés par les eaux, soit anciennement, soit à des époques peu reculées, ou encore en voie de formation.

On a vu, et l'on voit à chaque pas des dépôts erratiques sur lesquels les eaux exercent leur action, qu'elles affouillent, qu'elles corrodent, qu'elles entraînent et déplacent, et dont elles tendent à altérer ou à détruire les dispositions normales; et l'on a pu croire, jusqu'à plus ample examen, qu'elles coulaient sur des dépôts dont elles avaient d'abord recouvert les flancs des montagnes ou encom-

bré le fond des vallées. Mais aujourd'hui on ne saurait s'arrêter à ces suppositions, qu'on doit abandonner en présence de faits incontestables.

Un terrain formé dans le sein des eaux est réputé marin ou lacustre, suivant qu'il renferme des coquilles marines ou des coquilles d'eau douce. Pour arriver à cette distinction, on s'est tout simplement borné à faire une application des observations recueillies sur les espèces de coquilles propres aux eaux marines ou aux eaux douces. Dans les terrains superficiels on peut procéder de même; et, si nous ne connaissons pas encore parfaitement toutes les formes des galets soumis à l'action exclusive des eaux, on a déjà observé dans les régions glaciaires des galets offrant des formes caractéristiques et que la glace seule a la propriété de leur imprimer, et qui révèlent nettement l'origine erratique des galets que l'on rencontre dans un grand nombre de dépôts.

Il fallait donc, sur la question que je me suis proposé d'exposer dans cette note, appeler l'attention des géologues, et provoquer de leur part un examen sérieux des faits que je n'ai pu que sommairement indiquer. En étudiant les formes des galets glaciaires, on parviendra bientôt, au moyen de caractères propres et exclusifs, à distinguer les terrains erratiques, les dépôts formés, en totalité ou en partie, aux dépens des déjections glaciaires, et enfin à retrancher des terrains réputés *diluviens* tous ceux que les glaciers anciens ou actuels ont formés à la surface de la terre, ou aux diverses époques géologiques et à divers étages; comme on est arrivé à séparer dans les terrains stratifiés les couches marines des dépôts lacustres.

La preuve de la formation de certains dépôts superficiels par des inondations et des courants diluviens nous échappe donc de toutes parts. Les galets polis et arrondis que l'on considérait, dans ces dépôts, comme des débris transportés dans les eaux et façonnés à la longue, se retrouvent à la vérité dans les nappes profondes et dans les cônes de déjection des torrents; mais nous avons fait voir qu'ils entrent aussi comme éléments constitutifs dans des nappes, dans des cônes d'*éboulement* incontestablement produits en dehors des cours d'eau et de leur action; ils appartiennent donc indifféremment à des terrains que l'on n'a jamais songé à réunir dans un même ordre de formation. Et si nous voulons connaître leur véritable origine, il suffit d'examiner les résultats de l'action des glaciers sur les matériaux qu'ils façonnent et transportent, et de rechercher si des galets arrondis, polis, à surfaces frottées, polies et striées, se retrouvent ailleurs que dans des dépôts formés à la

suite des glaciers ou aux dépens de leurs déjections ; tels que les cônes produits par *certains torrents* et les nappes d'éboulement placées dans les mêmes conditions que celles que nous avons citées comme exemples.

Quant aux nappes profondes ou de comblement des vallées, leurs formes si différentes des déjections produites par les eaux suffiraient seules pour ne pas nous permettre de nous arrêter à l'hypothèse des courants diluviens ; mais nous retrouvons à chaque pas des indications, des faits qui ne nous permettent pas de conserver le moindre doute sur la véritable origine de ces accumulations. Leurs relations avec les moraines frontales qu'elles supportent et qu'on retrouve échelonnées de distance en distance, et bien loin des glaciers actuels, sont parfaitement visibles ; on peut les constater rigoureusement et avec toute la précision désirable.

Ces barrages ou moraines frontales, en marquant les points où les glaciers se sont successivement arrêtés dans leur mouvement de retraite, nous démontrent que cette retraite s'est opérée graduellement, et que les fontes subites n'ont pu avoir lieu ; il était sans doute nécessaire de les imaginer pour la production des eaux destinées au transport des blocs ou des matériaux de comblement ; mais, dans cette hypothèse, on n'évitait une difficulté que pour s'en créer irrévocablement de plus sérieuses.

Ainsi, que nous consentions à admettre que le comblement de certaines parties des vallées et le transport des blocs se sont effectués sous l'influence des courants diluviens, il faudra en même temps reconnaître que ces courants étaient puissants et doués d'une énergie suffisante pour déplacer des masses souvent énormes. Certains blocs sont jetés sur des surfaces entièrement dénudées de rochers ; mais ils reposent pour la plupart sur des accumulations de sables et de graviers que ces courants auraient balayées tout d'abord, et dont la présence sur des plateaux élevés, sur les cimes et sur les flancs des montagnes, démontre que, s'il y avait eu inondation, cette inondation eût été lente et graduelle, et que des courants n'auraient pu intervenir sans opérer des destructions dont nous ne retrouvons aucune trace. Et finalement, comment parviendrait-on à expliquer la superposition des blocs sur des amas de matériaux meubles et évidemment transportés, la présence des anciennes moraines frontales et leur *superposition* sur les nappes de comblement ?

Si le synchronisme n'était pas ici un fait évident, on serait tenté

de chercher encore une autre explication, et de dire que les moraines situées comme celle d'Obergesteln, par exemple, sont dues à un envahissement postérieur du glacier. Mais nous l'avons dit, et nous ne croyons pas devoir revenir, à cet égard, à une nouvelle discussion, il n'existe pas de glaciers sans moraine profonde ; si le comblement à l'amont n'est pas la nappe qui a supporté l'ancien glacier, il faut rechercher des traces de cette nappe dans le bassin, et enfin, si nous n'en retrouvons nulle part, on doit la retrouver sous la moraine frontale, où elle n'existe pas ; enfin, la nappe *actuelle* formant la base sur laquelle repose le barrage frontal *sans intermédiaire*, il y a relation intime entre les deux dépôts, et, si la moraine frontale a été produite par un glacier, la nappe de comblement ne saurait être rapportée à une autre cause.

Résumons en quelques mots les observations qui ont motivé la production de cette note, et les conséquences que nous avons dû naturellement en tirer.

1° Les galets arrondis, à surfaces frottées, polies et rayées, ne résultent pas de l'action des eaux ; ils appartiennent exclusivement aux formations glaciaires, aux diverses moraines, ainsi qu'aux nappes et cônes d'éboulement dans la production desquels on n'a jamais songé à introduire cette action des eaux. On ne les rencontre dans les lits de déjection des rivières ou des torrents que dans le cas où ces cours d'eau attaquent des dépôts erratiques et en opèrent le transport et le remaniement.

2° Les glaciers n'ont pas brusquement quitté les régions qu'ils occupaient autrefois ; leur retraite a été successive ; les dépôts de matériaux meubles existant encore aujourd'hui loin des glaciers en activité nous démontrent, par leur présence et leur conservation, que cette retraite n'a pu être accompagnée ou suivie par des courants diluviens qui les auraient infailliblement renversés et détruits.

3° Les nappes de comblement composées de matériaux erratiques sont des anciennes moraines profondes ; le transport des matériaux dont elles sont formées a eu lieu sous l'influence de l'action des glaciers ; il y a eu concours de l'action des eaux, comme nous le remarquons dans le régime des glaciers en activité, mais intervention secondaire, et non principale ou exclusive, ces nappes étant, dans un grand nombre de cas, recouvertes de barrages ou moraines frontales, dont la conservation nous en fournit la preuve évidente.

4° La superposition des moraines frontales sur les nappes de comblement, l'identité des matériaux dont les unes et les autres sont formées, nous font voir qu'il y a eu synchronisme dans leur production, et que, ces nappes constituant les bases sur lesquelles ces barrages sont établis, on ne saurait les rapporter à un ordre de dépôt différent et admettre qu'elles se sont produites à la suite des glaciers, dans les eaux sortant de ces glaciers ou résultant d'une fonte subite, la base évidemment n'étant pas de formation plus récente que le dépôt qui la recouvre.

5° Enfin, dans les formations *diluviennes* dans les Alpes, on comprendra les atterrissements produits dans les lacs par les cours d'eau qui s'y jettent, chargés de détritus, si l'on veut conserver cette expression destinée à rappeler une grande perturbation pour qualifier des phénomènes géologiques, récents et actuels qui se produisent sur une très petite échelle.

Au sujet de cette communication, M. A. Paillette présente les observations suivantes :

Je n'ai aucune objection à faire sur ce qui vient d'être dit, mais je me permettrai d'ajouter quelques mots pour donner à comprendre l'influence des agents atmosphériques sur un pays déboisé comme devaient l'être certaines régions des Alpes après la fonte des glaciers.

Voici quelques notes qui ne seront pas, je l'espère, hors de propos. Je les extrais d'une lettre adressée, en 1841, à feu M. Soulange-Bodin.

«..... Avant 1720, les montagnes de Noara et de Fondachelli (en Sicile), composées de schistes talqueux surmontés de poudingues récents, étaient encore couvertes d'assez belles forêts, surtout aux environs de Francavilla. Les employés des mines royales firent abattre ces forêts, et c'est à peine si l'on trouve aujourd'hui quelques arbres rabougris là où existaient jadis des bois étendus ; aussi les terrains se sont-ils altérés sous l'influence des pluies et des chaleurs. La désagrégation qui s'en est suivie a acquis un tel développement, qu'il s'établit, chaque année, aux sources des rivières de Fondachelli, de Limana, d'Agro, etc., etc., de grands cirques d'affaissement d'où résultent ensuite des talus coniques d'une plus ou moins grande étendue.

» Le haut du village de Fondachelli a été envahi par des alluvions qui, changeant le cours des ruisseaux, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, rejettent alternativement les eaux sur l'une

ou sur l'autre berge ; celles-ci cèdent à leur tour, pour produire un peu plus bas de nouveaux encombrements.

» J'ai voulu savoir quelle pouvait être la marche de ces *atterrissements*, et j'ai nivelé une région qui avait été connue, de mémoire d'homme, parfaitement à l'abri des atteintes *alluvionnelles*. J'ai trouvé 65^{m},60 pour une distance horizontale de 790 mètres.

» Vers la fin de novembre 1840, on avait levé les plans des travaux de recherche des mines dites de l'Argentiera, dont la galerie d'écoulement débouchait dans la rivière de Novara. De longs clous avaient été fixés sur la roche solide, comme points de repère, à 0^{m},80 et 0^{m},90 du sol. Après les pluies de la fin de décembre, non seulement ces clous étaient cachés, mais ils se trouvaient recouverts de 1^{m},20 de détritus de roches schisteuses et des poudingues supérieurs. Le lit s'était donc élevé de 2 mètres à 2^{m},10.

» Sur la côte de Calabre, près de Reggio, la *fiumara* de Vallanidi présente des phénomènes analogues : les anciennes galeries d'écoulement sont aujourd'hui en contre-bas du lit de la rivière, soit par des causes analogues à celles dont je viens de parler, soit par suite des inondations qui ont suivi le fameux tremblement de terre de 1783.

» Près de Stilo se trouve un petit village nommé Bivongi. Il y a cinquante ou soixante ans, ce village était assez élevé au-dessus du lit du ruisseau Zoppa ; mais alors tous les bords en étaient parfaitement boisés. Quelques propriétaires imprudents ayant ordonné des coupes, les schistes se décomposèrent ici comme en Sicile, et descendirent à la rivière en si grande quantité, que le lit fut exhaussé à un niveau suffisant pour couvrir les maisons les plus basses.

» Les exemples d'envahissement se rencontrent également parmi les terrains plus modernes du centre de la Sicile, terrains où les argiles tertiaires ne sont pas soutenues par les cultures ; elles se délayent, foisonnent et glissent dans les bas-fonds en produisant les énormes fondrières connues sous le nom de *valanche*. Sperlinga, Nicosia, Castrogiovanni, en citent annuellement cinq ou six cas différents.

» Aussi une loi très sévère défend-elle le déboisement des montagnes dans la Calabre ; et l'on peut dire, à ce sujet, que les propriétaires exécutent assez bien une sorte de surveillance mutuelle.

» J'aurais pu multiplier les exemples de ce genre pris dans un autre ordre de terrains (au Monte del Diavolo, près Mammola delle belle Ragazze, en Calabre). J'aurais pu encore parler des *remblas* de l'Espagne méridionale et des accidents du Canigou dans les Pyré-

nées Orientales ; mais ce serait abuser, je le crains, des momens de la Société. De semblables phénomènes nécessitent des études spéciales, et surtout des chiffres de nivellement. »

Séance du 4 février 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Delesse, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. le commandeur Dr Jacobo Maria de Parga, membre du sénat espagnol, à Madrid, présenté par MM. Ad. Paillette et Dr Casiano de Prado.

Le Président annonce ensuite quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ch. Des Moulins, *Dissertation sur deux rocs branlants du Nontronais* (extr. du *Recueil des actes de l'Acad. des sc., lett. et arts de Bordeaux*) ; in-8, 58 p., 4 pl. Bordeaux, 1849, chez Henri Faye.

De la part de M. de Koninck, *Nouvelle notice sur les fossiles du Spitzberg* (extr. des *Bull. de l'Acad. roy. des sc., des lett. et des beaux-arts de Belg.*, t. XVI, 2e part.) ; in-8, 14 p., 1 pl.

De la part de M. J. Levallois, *Notice sur la minière de fer de Florange (Moselle) et sur ses relations avec le grès superliasique* (marly-sandstone *des Anglais*) ; in-8, 16 p. Paris, 1850, chez Carilian-Gœury et Vor Dalmont.

De la part de M. Virlet d'Aoust, *Notes sur le terrain d'atterrissements récents de l'embouchure de la Seine. — De la formation de la tangue et de son emploi en agriculture. — Essai d'une théorie des oscillations séculaires de la surface du*

globe (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI); in-8, 23 p.; chez Martinet.

De la part de M. W.-E. Logan, *Geological survey*, etc. (Description géologique du Canada. Rapports sur les travaux des années 1845-6, 1846-7 et 1847-8, et sur la rive septentrionale du lac Huron, 1849); 4 broch. in-8, 125, 66, 165 et 51 p., 2 plans. Montréal.

De la part de M. Alexis Perrey : 1° *Documents relatifs aux tremblements de terre dans le nord de l'Europe et de l'Asie* (extr. des *Ann. de la Soc. d'émul. des Vosges*, t. VI, 3e cahier, 1848); in-8, 71 p. Épinal, chez Ve Gley.

2° *Sur les tremblements de terre dans les îles Britanniques* (extr. des *Ann. de la Soc. nation. d'agric., d'hist. nat. et des arts utiles de Lyon*, 1849); in-8, 63 p. Lyon, chez Barret.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1850, 1er sem., t. XXX, nos 3 et 4.

L'Institut, 1850, nos 838 et 839.

Mémoires de la Société des sciences, d'agriculture, et des arts de Lille, année 1848.

Séances et travaux de l'Académie de Reims, année 1849-1850, nos 5 et 6.

The Athenæum, 1850, nos 1161 et 1162.

Journal of the geological Society of Dublin, vol. III, p. 301 à 303, et table des vol. I, II et III; vol. IV, 1849, partie II, p. 139 à 150.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie, de MM. Leonhard et Bronn), année 1849, 6e cahier.

M. Martins présente, de la part de l'auteur, *Divers documents relatifs aux tremblements de terre dans le nord de l'Europe et de l'Asie, et dans les îles Britanniques*, par M. Perrey (voy. ci-dessus).

M. Levallois présente à la Société une *Notice sur la minière de fer de Florange* (*département de la Moselle*), *et sur ses relations avec le grès super-liasique* (marly-sandstone *des Anglais*) (voy. ci-dessus).

M. Levallois s'est proposé dans cette notice :

En premier lieu, de montrer que le gîte ferrifère de Florange n'est autre chose qu'un dépôt formé, par *alluvion* ou *transport*, aux dépens des couches d'un grès correspondant au *marly-sandstone* des Anglais, lequel dépôt est subordonné au *diluvium* de la contrée. Le gîte de Florange est bien différent en cela des autres minerais superficiels de la Moselle, qui ne sont appelés que fort improprement, pour la plupart, du nom de *minerais d'alluvion*.

En second lieu, de faire voir que le *marly-sandstone* règne d'un bout à l'autre du département de la Moselle, ainsi que dans le département de la Meurthe, reposant sur des marnes bleues supra-liasiques, et recouvert par une couche de *fer hydroxydé oolitique;* qu'il y a une connexion intime entre cette couche de minerai oolitique et le *marly-sandstone*, et qu'enfin le minerai oolitique est lui-même recouvert habituellement par une couche marneuse fort analogue aux marnes supra-liasiques qui supportent le *marly-sandstone*, laquelle couche atteint quelquefois jusqu'à 15 mètres d'épaisseur, et donne naissance, d'ailleurs, à l'un des niveaux d'eau les plus constants et les plus abondants de la contrée. C'est seulement au-dessus de ces marnes que commencent les couches vraiment résistantes et de couleur claire.

M. Levallois est conduit, par ces observations, à séparer de l'*étage oolitique inférieur* et à rattacher au *lias*, non seulement le *marly-sandstone*, mais encore le minerai oolitique et la couche marneuse qui le couvre; et ces trois assises constitueraient ainsi le membre tout à fait supérieur du groupe liasique. La considération des fossiles que renferme le minerai oolitique confirme ce rapprochement.

M. Levallois se propose d'ailleurs de mettre prochainement sous les yeux de la Société un travail sur la composition générale du *lias* en Lorraine.

M. de Verneuil présente quatre rapports de M. Logan sur la géologie du Canada, et accompagne cette présentation des observations suivantes :

Un des résultats stratigraphiques les plus intéressants des recherches de M. Logan et de ses assistants, c'est qu'au-dessous des

roches fossilifères les plus anciennes, connues dans le N.-E. des États-Unis sous les noms de *Postdam sandstone* et de *Trenton limestone*, il existe une autre série de dépôts sédimentaires sans fossiles d'une très grande épaisseur. Ceux-ci sont soulevés et disloqués, tandis que les premiers sont presque toujours horizontaux. La discordance de stratification est donc évidente, et comme les grès de Postdam et les calcaires de Trenton représentent sans aucune espèce de doute l'étage inférieur du système silurien de l'Europe, il en résulte que toutes les couches qui leur sont inférieures et qui s'en distinguent par le redressement qu'elles ont subi doivent représenter le système Cumbrien, dont M. Élie de Beaumont s'est occupé dans son beau *Mémoire sur les soulèvements*. Ce système inférieur du Canada se compose de masses bien stratifiées de quartzites ou de grès blanc altéré et vitrifié, de conglomérats, de schistes, de calcaires avec des bandes intercalées de trapp et de diorite. Il acquiert souvent plusieurs milliers de pieds de puissance.

MM. Logan et Murray ont reconnu cet ensemble de couches sur une étendue assez considérable du haut Canada. Ils les décrivent comme occupant toute la côte N. du lac Huron, et formant soit en totalité, soit en partie, le sol des îles voisines, entre le petit lac Georges et le Shebawenahning. Ils les ont retrouvées aussi sur la rive septentrionale du lac Supérieur, près de Thunderlay.

Pour appeler l'attention de la Société sur ces faits intéressants, M. de Verneuil cite le passage suivant du rapport de M. Logan sur le bord septentrional du lac Huron, p. 19 :

« Quant à l'âge géologique de cette formation, les faits observés par M. Murray sur la grande île Manitoulin, et sur les autres îles la Cloche, Snake, Thessalon, Sulphur, etc., qui forment un développement de 90 milles, à peu de distance de la côte, ne laissent plus la moindre incertitude.

Dans ces îles, le grès de Postdam, le calcaire de Trenton, les schistes d'Utica, et les argiles schisteuses de Lorraine, étages successifs du groupe fossilifère inférieur de l'Amérique du Nord, reposent horizontalement, dans tous les endroits où l'absence de végétation a permis de voir le contact, sur les couches redressées et la surface ondulée du quartzite et des roches qui l'accompagnent, remplissent des vallées s'élevant au-dessus des montagnes primitives et cachant souvent les affleurements des dykes et des filons

de cuivre. Il semble que l'accumulation de toute la masse des trois derniers étages fossilifères ci-dessus et une partie du quatrième formant une épaisseur d'environ 700 pieds ait été nécessaire pour ensevelir le sommet de ces montagnes de quartzite qui étaient à peu près, par rapport à cette partie du lac Huron, base du bassin où se sont déposés les premiers êtres organisés connus, à la même hauteur que les montagnes actuelles sont aujourd'hui au-dessus de la surface du lac. »

M. Élie de Beaumont appelle d'une manière toute spéciale l'attention de la Société sur les faits signalés dans les rapports de M. Logan, communiqués par M. de Verneuil. Il fait observer qu'on a beaucoup hésité sur l'âge de ces roches, qui sont inférieures aux couches fossilifères les plus anciennes (*Potsdam sandstone*, *Trenton limestone*), et qui représentent sans doute, dans le N.-O. des États-Unis, le système silurien inférieur de l'Europe. D'après M. Jackson, les roches des bords du lac Supérieur devraient être rapportées au nouveau grès rouge, mais M. Élie de Beaumont ne pense pas qu'elles soient aussi récentes; il fait remarquer à ce sujet que depuis plusieurs années il a indiqué que les dislocations de la partie N.-O. du lac Supérieur appartenaient au système du Morbihan. Il paraîtrait résulter des observations de M. Logan que ces roches sont très anciennes. — L'île Royale présenterait d'ailleurs des faits orographiques difficiles à expliquer, si elle était formée de nouveau grès rouge; tandis que ces faits s'expliquent au contraire d'une manière très simple si l'on admet qu'elle est formée de roches plus anciennes.

M. Delesse donne lecture de la lettre suivante de M. Ch. Des Moulins.

J'ai l'honneur de faire hommage à la Société géologique d'un mémoire que je viens de publier dans les *Actes de l'Académie de Bordeaux*, sur quelques *rocs branlants* dont la pose a été attribuée, par plusieurs antiquaires, à l'artifice humain.

Appuyé d'une part sur la constitution géologique de la région que j'ai observée moi-même et sur l'opinion brièvement énoncée par MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy, de Caumont, Raulin et Manès, — et de l'autre, sur les renseignements précis que j'ai recueillis au sujet de certaines localités non soumises à mes observa-

tions directes, je me suis cru invinciblement amené aux conclusions suivantes, formelles, il est vrai, pour le Nontronais *seulement*, mais qui devront, je le crois, être appliquées à la plupart (au moins) des cas analogues :

1° Les *rocs branlants* du Nontronais ne sont point *erratiques*, mais dans leur position primitive (sauf les dérangements par éboulement); ils formaient des noyaux plus durs dans la masse granitique dont les parties moins tenaces se sont désagrégées et ont passé à l'état d'*arène*. Les noyaux tendent encore eux-mêmes à se désagréger dans le sens concentrique, car tous sont des granites en boule, ou des tranches de granites en boule.

2° Toute explication du phénomène qui serait fondée sur un transport diluvial ou glaciaire est évidemment erronée.

3° Donc, le fait primitif de l'oscillation peut être un fait purement *naturel*; et comme il est impossible de prouver l'intervention de la main des hommes dans sa mise en action, il faut adopter l'explication la plus probable, c'est-à-dire la cause *naturelle*.

4° Enfin, il est très rationnel de penser que les anciens habitants de la Gaule ont voulu profiter de ce *fait naturel*, et qu'ils ont fait passer les pierres branlantes au rang de *monuments*. Il est donc très probable qu'il en a été ainsi : et, dans notre opinion unanime (celle des observateurs qui m'accompagnaient et la mienne), ces pierres appartiennent A LA GÉOLOGIE PAR LEUR ORIGINE, A L'ARCHÉOLOGIE PAR LEUR USAGE.

M. Rivière fait remarquer à ce sujet que les pierres druidiques de la Bretagne proviennent également de désagrégation.

M. Delesse fait observer qu'il a vu dans le Riesengebirge des blocs de granite tels que ceux décrits par M. Des Moulins, qui sont complètement isolés, et qui lui ont paru s'être formés en place par la décomposition et la désagrégation du granite.

M. de Verneuil donne lecture de la lettre suivante de M. Leymerie.

Lettre à M. de Verneuil sur le terrain de transition supérieur de la Haute-Garonne.

Mon cher monsieur de Verneuil,

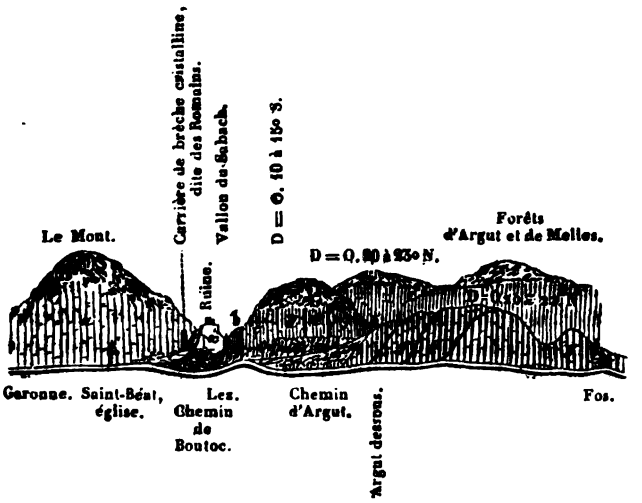
Dans la Haute-Garonne, la limite générale du terrain de transition (1) passe, ainsi que cela est indiqué sur la carte géologique

(1) Je dis la *limite générale*, parce que, après une interruption causée par un massif de roches granitoïdes, un lambeau de schistes méta-

de France, au S. et près de Cierp, de Marignac, de Saint-Béat et de Couledoux. Deux vallées principales, la vallée de la Pique et celle d'Aran, et deux vallées secondaires, celles de Marignac et du Gers, s'enfoncent dans ce terrain à partir de cette limite.

J'ai étudié successivement ces quatre vallées qui offrent des caractères généraux à peu près identiques; il suffira donc de donner la coupe longitudinale de l'une d'elles. J'ai choisi la vallée d'Aran (côté oriental, partie inférieure), parce que la disposition des assises y est plus évidente et plus claire, à cause de l'absence presque complète de perturbations provenant d'actions souterraines. Vous trouverez ci-dessous un croquis qui pourra vous donner, au premier coup d'œil, une idée générale que les explications suivantes devront compléter.

Croquis géognostique de la vallée d'Aran, côté E., entre Saint-Béat et Fos.



a Calcaire gris clair cristallin, avec brèche marmoréenne.
b Grès rouge avec schistes rouges et poudingues quartzeux.
c Calcaires cristallins compactes, avec calschistes amygdalins.
d Calcaires gris et bleu noirâtre à Orthocères.
e Calcaires gris clair en partie dolomitiques, à Encrines.
f Schistes ardoisiers.
g Calschistes gris parallèles, ou rubanés, avec schistes subordonnés.
x Ophite.

morphiques, semblables à ceux des environs de Luchon, se montre au N. de Cierp, vers le bas de la vallée de la Pique, entre *Estenos* et *Siradan*, circonstance assez embarrassante

Dans toute l'étendue de cette coupe, c'est-à-dire entre Saint-Béat et Fos, les couches oscillent très légèrement autour de la position verticale, état de choses qui, joint à l'uniformité de direction qui ne se dément guère qu'une fois pour l'assise du grès rouge, comme nous le dirons plus bas, constitue une forte présomption en faveur de l'idée d'une progression unique d'ancienneté relative. D'un autre côté, le sens de cette progression est déterminé par la circonstance que les couches secondaires de la montagne du Mont et le grès rouge de Lez occupent l'extrémité de la coupe du côté où doit naturellement se trouver, en effet, la partie la plus récente du dépôt.

Il suit de ces considérations :

1° Que les couches les plus récentes du terrain de transition de la Haute-Garonne gisent vers la partie la plus septentrionale de la coupe, au voisinage de Lez.

2° Qu'en partant de Saint-Béat pour remonter la vallée jusqu'à Fos on doit traverser les diverses couches dans leur ordre d'ancienneté.

Cela posé, parcourons la coupe dans le sens qui vient d'être indiqué, et donnons, chemin faisant, quelques notions sur les différents éléments qui la composent.

La montagne du Mont, qui resserre Saint-Béat du côté du levant, est constituée par un calcaire gris clair, cristallin (désigné par *a* sur la coupe), irrégulièrement associé à des lopins de marbre blanc, et flanqué, au S., chose assez singulière, par une brèche à fragments marmoréens, que l'on exploite depuis un temps immémorial dans une grande carrière marquée sur notre croquis. On ne voit pas de fossiles dans cette montagne ; mais, dans les crêtes escarpées qui dominent à l'E. le village de Boutoc, j'ai vu des calcaires gris sub-compactes paraissant faire suite à ceux du Mont, et qui sont pétris de débris organiques qui rappellent le terrain crétacé inférieur des Pyrénées.

Entre la montagne du Mont et la série des couches anciennes, la coupe montre une masse de roche éruptive (x). C'est une ophite à petites parties d'actinote verte, associées à des points feldspathiques d'un blanc verdâtre. Elle constitue là un monticule au sommet duquel on remarque une ruine. Le chemin de Saint-Béat à Boutoc, que j'ai représenté sur la coupe, passe entre cette butte et le mont, et montre plus loin, à l'E., sur le flanc de cette dernière montagne, des calcaires gris cristallins offrant beaucoup de prismes de couzeranite très nets, qui ont bien l'air de n'être pas indifférents au voisinage de la roche éruptive, que l'on voit d'ail-

leurs pénétrer çà et là dans le massif calcaire. La direction de ces couches couzeraniennes est D = O. 15 à 20° N.

La roche ophitique descend du côté de Lez jusque sous le village; mais si l'on monte, à partir de ce point, sur la montagne qui encaisse, du côté S., le petit vallon de Sabach, au débouché duquel se trouve Lez, on n'a pas encore quitté les dernières maisons du village, que l'on voit paraître le grès rouge (*b* de la coupe) constitué par des psammites rouges souvent argilo-schisteux et par des poudingues à cailloux de quartz blanc, cimentés par du grès rouge. On peut voir tout le développement de cette formation qui est assez puissante, et même les premières couches du terrain de transition proprement dit, en montant d'abord au bois de Lez par un petit chemin, jusqu'à ce que l'on soit près d'entrer dans le bois.

Le passage du grès rouge aux calcaires de l'assise *c* se fait d'une manière assez remarquable. J'ai étudié avec soin cette transition; mais je crois devoir vous en épargner ici le détail. Je me contenterai de vous dire que la direction moyenne du grès rouge, qui est O. 10° S., passe par des chiffres intermédiaires à O. 20° à 22° N., qui constitue la direction constante et normale non seulement de l'assise *c*, mais de toutes les couches de la coupe (1).

L'assise *c* où nous nous trouvons maintenant offre principalement des calcaires compactes sub-cristallins, gris bleuâtre clair ou roses, purs ou mélangés, et passant même quelquefois à des calschistes amygdalins imparfaits. Les couches les plus voisines du grès rouge offrent des accidents qui méritent d'être signalés. Ce sont des calcaires jaunes mélangés de schiste, avec ganglions ou veines de calcaires gris compactes, des calcaires d'un vert d'eau et des calschistes bréchiformes que j'appelle *fleuris* à cause des veinules et des taches jaspoïdes principalement vertes et rouge de sang qui les accidentent agréablement. Vers le contact du grès on remarque deux couches, l'une d'un vert clair (espèce d'argilolite) et l'autre rouge, très riche en fer oligiste. Enfin paraissent, au contact même, quelques couches d'un véritable calschiste amygdalin vert et rouge, où je n'ai pas vu de Goniatites. Le schiste du calschiste rouge est le même qui alterne, plus au N., avec des bancs de véritables grès rouge. L'argilolite vert clair, citée ci-dessus, se

(1) Je ne crois pas que cette direction exceptionnelle du grès rouge doive indiquer une discordance fondamentale entre cette assise et celle des calcaires *c*. Elle peut être attribuée assez naturellement au contact de l'ophite, qui semble, en effet, refouler le grès sous le village de Lez.

montre aussi sous forme de minces couches, au milieu de la formation de grès; de manière qu'il y a réellement liaison minéralogique entre ce dernier terrain et les premiers calcaires de l'assise *c*. Quant à cette assise elle-même où les calcaires purs dominent, il me paraît de toute évidence qu'il faut la considérer comme le prolongement des calschistes amygdalins si caractérisés à Cierp. La structure entrelacée et amygdaline n'aurait pu se développer ici à cause de l'absence de la matière schisteuse d'une part, et des Goniatites de l'autre. Dans cette hypothèse, les principes colorants vert et rouge habituels à ces marbres auraient été dispersés dans les calcaires compactes, ou se seraient concentrés dans les bancs de minerai ferrugineux et d'argilolite que nous avons signalés. Ce niveau est donc celui des Goniatites, Clyménies, Entroques, Orthocères, des marbres de Campan et de Caunes (Montagne-Noire).

L'assise suivante *d* est composée de calcaires gris bleuâtre foncé, en partie fissiles par l'intercalation d'enduits schisteux entre leurs strates. C'est là le véritable gisement des Orthocères. La direction est encore ici O. 20 à 22° N.

Au S. de ces calcaires s'en trouvent d'autres (*e*) qui ont toujours la même direction, mais dont les caractères minéralogiques diffèrent un peu. Leur couleur est un peu plus claire; ils sont moins fissiles, plus compactes et plus tenaces, et offrent des parties dolomitiques avec veines et géodes de dolomie cristalline ou même cristallisée en rhomboèdres primitifs. Çà et là on rencontre dans ces calcaires des lamelles d'Entroques et quelquefois des mouches de chalkopyrite.

Là se termine la partie calcaire et en même temps fossilifère de notre coupe. Plus loin, se développe un système schisteux très puissant où je n'ai jamais vu le moindre débris organique. Sa direction est la même que celle de l'assise précédente. La boussole, fréquemment consultée, ne m'y a jamais accusé que des oscillations insignifiantes autour de l'indication normale O. 22° N. (1).

Ce système commence par des schistes ardoisiers (*f*) exploités autour d'Argut. Vient ensuite une puissante formation (*g*) de calschistes gris à éléments parallèles, souvent rubanés, associés à des schistes argileux subordonnés. C'est dans ces calschistes,

---

(1) Les indications de direction que je donne ici sont rapportées au méridien vrai, la déclinaison étant supposée de 20° (M. Petit a trouvé, l'année dernière, 20° 1′ 21″ pour le point occupé par l'observatoire de Toulouse).

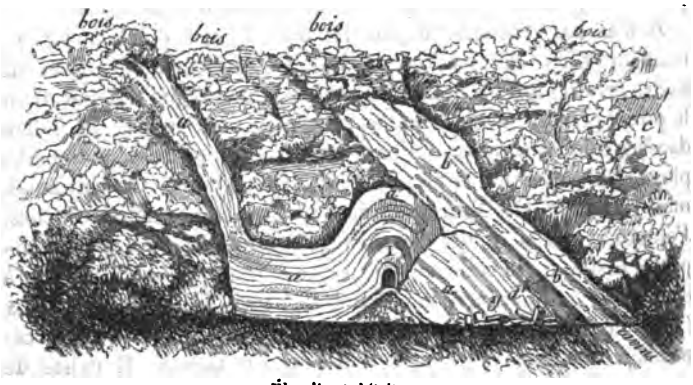
qui se poursuivent jusqu'à Fos et au delà, que gisent les minerais de galène argentifère et de blende qu'on extrayait, il n'y a pas encore longtemps, à Argut, pour les transporter de là à la fonderie, maintenant inactive, de Saint-Mamet près Luchon. Cette formation schisteuse conserve régulièrement sa verticalité et sa direction constante jusqu'à Fos. Passé ce point, elle subit quelques déviations locales et des contournements. La montagne d'Uls (commune de Melles), où gisent les mines de galène argentifère les plus riches des Pyrénées, et le massif du Crabère, sont constitués par des calschistes parallèles contournés, avec des accidents de quartz dont le plus remarquable est la fameuse *bande de cristal* qui se dessine horizontalement en un lieu malheureusement inaccessible sur le flanc N. du Crabère. Enfin le *Pont du roi*, limite politique, mais très peu naturelle, de la France et de l'Espagne, réunit les parois d'un étroit défilé qui se trouve entaillé dans des calcaires schisteux d'un gris bleuâtre, presque verticaux, avec une direction O. 12° N., qui dépendent encore du même système.

Si l'on continuait à remonter la vallée d'Aran, après avoir franchi cette limite, on verrait paraître à une certaine distance les schistes argileux avec les grauwackes schisteuses à grains fins, puis le gneiss schisteux des environs de Bagnères de Luchon. Les eaux sulfureuses de Lez (Espagne) sourdent d'un magma de gneiss et de pegmatites, et se trouvent, exactement comme celles de Luchon, au lieu de jonction des roches massives d'éruption et du terrain schisteux métamorphique. Au reste, ces relations géologiques sont générales pour les sources sulfureuses dans toute la chaîne des Pyrénées.

Les assises que nous venons de reconnaître dans la vallée d'Aran se retrouvent dans la vallée de Marignac, qui n'est séparée de la première que par une arête de montagnes, et mieux encore dans la vallée de la Pique, où elles offrent cependant quelques modifications d'un ordre secondaire. Je ne suis pas en mesure d'être aussi affirmatif pour la vallée du Gers, où les roches sont presque toujours cachées par des bois; mais le peu que j'ai pu voir dans cette région n'est aucunement en opposition avec l'ordre de choses qui se manifeste clairement dans les trois vallées principales.

Dans la vallée de la Pique, où les calschistes amygdalins sont si développés et si bien caractérisés, la jonction de ces couches et du grès rouge se fait, comme dans la vallée d'Aran, par une espèce de discordance qui consiste en ce que les couches calcaires offrent des contournements d'une évidence et d'une clarté remarquables, dont le grès rouge ne semble pas affecté.

Vue des couches de calschiste amygdalin et de grès rouge de Cierp (Haute-Garonne).



Éboulis et détritus.

a Couches contournées de calschiste amygdalin à Goniatites.
a' Griotte. *b* Grès schisteux rouge avec poudingues quartzeux.
c Magma de schiste, de granite et d'une roche verte épidotifère.
l Grotte. *y* Carrière de griotte.

Appuyé sur l'ensemble de ces notions et de ces considérations, je me crois suffisamment autorisé à conclure que le terrain de transition de la Haute-Garonne se termine supérieurement par un étage fossilifère presque exclusivement calcaire, qui se trouve compris entre le grès rouge (1), d'une part, et une puissante formation schisteuse, de l'autre, dans laquelle le calcaire ne se présente plus que comme accident ou comme roche subordonnée et où l'on ne trouve pas généralement de débris organiques.

---

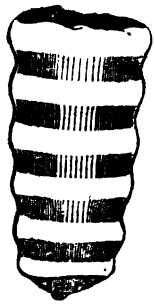
(1) On a cité quelques traces de fossiles dans le grès rouge ou au moins dans les lits schisteux qui s'y trouvent intercalés, appartenant à des genres répandus dans le terrain de transition; mais ces schistes à indices de fossiles appartenaient-ils bien au grès rouge? Dans le cas de l'affirmative, si l'on se rappelle le passage minéralogique indiqué dans cette lettre, entre le grès rouge et les calschistes amygdalins, il y aurait des raisons pour réunir les deux formations; mais, d'un autre côté, les discordances que nous avons signalées, celles citées par d'autres auteurs, et l'identité minéralogique du grès rouge pyrénéen et de celui qui semble jouer un rôle à part dans l'Aveyron et dans la Corrèze, sont des motifs en faveur de la séparation. Au reste, cette question mérite bien d'être traitée à part, et il serait hors de propos de l'aborder aujourd'hui.

Il me reste à indiquer les fossiles de l'étage qui vient d'être particulièrement signalé, chacun dans l'assise qui le renferme spécialement, et à déduire de ces données la place que doit occuper cet étage dans la série générale des terrains de transition.

Je n'ai pas rencontré de fossiles dans l'assise *c* à Lez même, mais on trouve des sections de Goniatites très évidentes dans de belles griottes qui existent, en haut de la montagne d'Argut, dans le prolongement de ces couches. Au reste, ces fossiles abondent dans les calschistes amygdalins de Cierp, associés à des céphalopodes plus grands, et à tours plus nombreux (Clyménies?). On voit aussi, mais rarement, des Entroques dans quelques unes de ces couches. J'ajouterai que dans des calschistes bleuâtres avec calcaires compactes fissiles de la vallée du Gers, que je crois pouvoir rapporter à cette assise *c*, j'ai trouvé un Trilobite à trois lobes presque égaux (*Trinucleus?*). L'individu est incomplet; mais il laisse voir cependant une impression très nette de son thorax. Il existe de plus, sur le même morceau, des indices d'appendices allongés et pointus. En un endroit, on remarque un quinconce très élégant qui serait une portion de la bordure du bouclier.

C'est à l'assise *d* qu'il faut rapporter les Orthocères signalés pour la première fois par M. Boubée à Marignac. Ces fossiles existent aussi des deux côtés de la vallée d'Aran. Dans l'un et l'autre de ces deux gîtes, ils affectent spécialement certaines couches fissiles où ils sont pour ainsi dire entassés, mais toujours à l'état de moules. Les échantillons que j'ai recueillis dans ces localités sont de trois *sortes*, je n'ose pas dire *espèces*.

La première sorte, qui est la plus commune, n'offre que des cônes allongés, lisses à la surface, à syphon central. Elle paraît être susceptible d'acquérir des dimensions considérables; j'en ai des tronçons qui ont 5 centimètres de diamètre. La deuxième ne se distingue de la précédente que par de larges sillons transversaux espacés avec beaucoup de régularité.



J'en possède un morceau de 12 centimètres de longueur. Je n'ai, pour représenter la troisième sorte qu'un petit échantillon provenant du Cap de la Lande (vallée d'Aran, côté occidental). Il est régulièrement et très nettement strié dans le sens longitudinal, et rappelle assez une Calamite.

Avec ces Orthocères, on rencontre quelquefois, principalement dans la vallée de Marignac, une bivalve sub-globuleuse, portant sur ses valves des côtes interrompues par quelque sillons transverses. C'est probablement la *Cardiola interrupta* dont vous avez eu la bonté de me donner l'histoire géognostique à votre passage à Toulouse.

Sous le rapport des Encrines, l'assise *d* de notre coupe doit être à peu près assimilée à l'assise *e*. Cependant je dois faire observer que ces fossiles deviennent rares là où les Orthocères abondent; et, en effet, les calcaires *d* et même les calcaires *e* des vallées d'Aran et de Marignac en offrent peu. Dans la vallée de la Pique, au contraire, où les Orthocères paraissent manquer, ces deux sortes de calcaire sont assez riches en Encrines. Ainsi dans les environs de Signac, on voit sortir de dessous les calschistes amygdalins des calcaires gris dont la cassure montre assez fréquemment des lamelles miroitantes qui ne sont autre chose que des fragments d'Entroques, et qui offrent en saillie, à la surface de joint des couches ou sur des morceaux depuis longtemps exposés à l'air, des débris d'Encrines très caractérisés. Ce sont ordinairement des disques d'un petit diamètre, percés au centre d'un trou rond, et même de petites portions de tiges ou de rameaux.

Je crois devoir mentionner particulièrement une découverte que je fis dans les couches inférieures de cet étage du côté de Bachos. Elle consiste en deux plaques ondulées de calcaire gris ayant chacune 35 centimètres de longueur, qui sont littéralement couvertes des anneaux et débris de tous genres, en nombre très considérable, d'un ou de plusieurs individus disloqués, appartenant à une espèce d'Encrine qui doit se rapporter à la tribu des Actinocrinidées (genres *Rhodocrinus?* ou *Cyathocrinus?*). On y voit, outre des portions plus ou moins grandes, des tiges à peine désarticulées, des pièces de la

tête et des parties étendues des touffes terminales. Le centre des anneaux est percé d'un trou pentagonal en forme de trèfle; les surfaces de joint sont radiées et la périphérie est simple ou ornée de fins tubercules. La plupart des pièces de la tête offrent des côtes saillantes et tuberculeuses disposées d'une manière oblique ou rayonnante. Ces plaques seraient remarquables quand même elles viendraient des terrains de transition de l'Angleterre ou de l'Allemagne : c'est donc magnifique pour nos pauvres Pyrénées.

Outre les Encrines que je viens de signaler, j'ai eu le bonheur de trouver dans la même assise, à Signac, un Trilobite assez usé, mais bien reconnaissable. Il a 6 centimètres de longueur; ses trois lobes sont égaux et composés de nombreux articles. La tête, malheureusement assez obscure, montre une portion d'œil. Il ressemble beaucoup au *Calymene Tristani*, Brong.

Passons maintenant à la détermination des couches qui contiennent ces fossiles.

Parmi ces fossiles il n'en est que deux qui aient été déterminés, et c'est à vous que nous devons ce service. Ce sont : la *Cardiola interrupta* et les Orthocères lisses. Or le premier, d'après vous, indique spécialement le terrain silurien supérieur, et vous l'avez dernièrement signalé comme tel dans les schistes carburés de Faytis (Hérault), où il se trouve associé au *Graptolites ludense*, Murch. Les Orthocères, que vous regardez comme identiques avec celles de Saint-Sauveur-le-Vicomte, conduisent à la même conclusion. Quant aux Encrines et aux Trilobites récemment découverts, il faut sans doute attendre, avant de les faire entrer sérieusement en ligne de compte, que des paléontologistes compétents les aient étudiés et déterminés; mais, dès à présent, l'analogie très grande qui existe entre l'individu de Signac et le *Calymene Tristani* pourrait être invoquée en faveur du rapprochement avec le système silurien.

Il résulterait de là que notre assise fossilifère appartiendrait au terrain silurien supérieur.

Cette conclusion ne semble pas conforme d'abord à l'opinion de M. de Buch, que M. Élie de Beaumont nous a fait connaître dans son profond mémoire *sur les anciens systèmes de montagnes de l'Europe* (1). Mais, heureusement pour nous, ce désaccord est plus apparent que réel. En effet, la détermination de l'illustre géologue prussien se rapporte spécialement aux calschistes à Goniatites qui occupent la partie supérieure de notre assise, et M. Élie de

(1) *Bulletin*, 2e série, t. IV, p. 909.

Beaumont a pris soin d'expliquer que ces couches étaient dévoniennes à la façon du *tilestone* des Anglais, qui est inférieur au vieux grès rouge, c'est-à-dire, au système dévonien proprement dit. D'un autre côté, ce dernier terrain paraît exister dans les Pyrénées, où il se trouverait représenté par les couches fossilifères signalées pour la première fois à Breda, près Gèdre (Hautes-Pyrénées), par M. de Pinteville. Vous savez que ces couches offrent, à un certain niveau, un horizon riche en impressions de Polypiers et de Brachiopodes parmi lesquels, outre la *Terebratula prisca*, vous avez reconnu vous-même, dans les échantillons que possède la Faculté des sciences de Toulouse, un *Spirifer* que vous m'avez dit se trouver à Nehou (Manche) et dans les Asturies dans des couches dévoniennes. J'ai visité récemment ce gîte qui n'a aucun rapport avec ceux de la Haute-Garonne, où cette assise dévonienne paraît manquer, et je n'ai rien vu, dans toute la montagne qui le recèle, qui pût me rappeler nos calschistes amygdalins, encore moins le grès rouge. D'après M. Durocher, le système dont cette couche fossilifère fait partie reposerait transgressivement sur les schistes très inclinés du haut de la vallée d'Aure, fait que j'aurai bientôt l'occasion de vérifier.

Je crois avoir retrouvé ce terrain vers le bas de la même vallée, au-dessus de Préchac, dans la partie N. du bassin d'Argelez, et par conséquent près de la ligne de séparation du terrain de transition et des roches secondaires, limite que je fais remonter beaucoup plus au S. que ne l'avait fait M. Dufrénoy.

Ces indications tirées des fossiles, quelque restreintes qu'elles soient, doivent être considérées néanmoins comme d'autant plus précieuses, que l'on ne peut compter ici sur les directions pour y suppléer. M. Durocher, il est vrai, a essayé de diviser par ce moyen le terrain de transition des Pyrénées en deux étages; mais il ne me paraît pas avoir réussi. Pour moi, je n'ai rien pu encore tirer des changements de direction que j'ai observés dans la Haute-Garonne ou dans les Hautes-Pyrénées. Pour citer un exemple sans sortir du sujet que je traite dans cette lettre, je vous dirai que les mêmes couches fossilifères, et même les calschistes parallèles ou rubanés, que nous avons vu suivre, dans la vallée d'Aran, la direction O. 20 à 22° N., courent constamment à l'O. 10° à 20° S. dans la vallée de la Pique, et même dans celle de Marignac. D'un autre côté, aucune de ces directions ne saurait rien nous apprendre sur l'âge des couches qui les affectent; car l'une coïncide à très peu près avec la direction générale des Pyrénées, et l'autre ne se rapporte à aucune des indications caractéristiques que M. Élie de

Beaumont vient de donner dans le mémoire que j'ai déjà cité.

P. S. Je viens de voir dans le dernier numéro du *Bulletin* l'extrait de mon mémoire sur la craie de Gensac et de Monléon, et de lire les observations de M. Hébert. Je le remercie d'avoir fait ressortir l'analogie de mon terrain avec la craie de Maëstricht. Des rapprochements que j'ai essayé de faire, c'est celui auquel j'attachais le plus d'importance. Cependant je ne renonce pas aux autres. J'ai, pour m'y faire persister, outre les motifs tirés des fossiles, motifs que M. Hébert ne me paraît pas avoir détruits (1), des raisons fondées sur la considération de l'ensemble de nos terrains crétacés, raisons que je donnerai en temps et lieu. Je me contenterai de dire ici qu'à la partie supérieure du terrain que j'ai décrit, il existe une couche riche en *Spherulites Ponsiana*, et que des Sphérulites et des Hippurites se montrent dans les couches de Gavarnie qui doivent être considérées, ainsi que celles de Gensac, comme représentant, dans les Pyrénées centrales, l'*étage à Hippurites* des Corbières pris dans son ensemble.

Après la lecture de cette lettre, M. de Verneuil communique à la Société les fossiles que lui a envoyés M. Leymerie, et fait à ce sujet les observations suivantes :

Quels que soient le petit nombre et le mauvais état de conservation des fossiles découverts par M. Leymerie, ils ont cela d'intéressant, qu'ils prouvent, d'une manière positive, l'existence dans les environs de Saint-Béat (Hautes-Pyrénées) des systèmes dévonien et silurien supérieur, et qu'ils confirment l'exactitude des superpositions indiquées par ce savant géologue dans sa belle coupe de la vallée d'Aran.

Le système dévonien, peu développé dans cette contrée, ne semble comprendre que les couches mentionnées sous la lettre *c* de

---

(1) Il faut, en effet, être assez difficile pour ne pas reconnaître la craie blanche dans un terrain qui renferme, outre d'autres fossiles crayeux, l'*Ananchytes ovata*, l'*Ostrea vesicularis*, la *Terebratula alata*. Le premier fossile offre, il est vrai, à Gensac, quelques caractères particuliers; mais il se trouve avec sa forme ordinaire dans d'autres gîtes, au cirque de Gavarnie, par exemple. Quant à la craie inférieure, je croyais les *Ammonites* et l'*Ostrea lateralis* suffisantes pour la caractériser; en supposant même que l'on dût rajeunir la craie de Valognes, comme le fait M. Hébert.

cette coupe. Ce sont ces calschistes rouges amygdalins, connus sous le nom de *griotte*. Ces couches, qui forment une zone assez étendue, soit dans les Pyrénées, soit dans la Montagne-Noire, ont été comparées par M. de Buch, et depuis par M. Girard, aux calcaires rouges à Goniatites de Nassau et de Westphalie, calcaires que ce dernier professeur considère comme un peu moins anciens que ceux de l'Eifel. Malheureusement les fossiles de ces calschistes sont toujours très mal conservés. Ce ne sont, en général, que des Céphalopodes indéterminables. Aussi attachons-nous quelque importance à un Trilobite trouvé par M. Leymerie dans la vallée du Gers, et qu'il désigne comme pouvant être un *Trinucleus*. Malgré le mauvais état de conservation de ce Trilobite, on peut reconnaître qu'il avait des yeux assez développés et composés d'un grand nombre de facettes, ce qui n'a pas lieu chez les *Trinucleus*.

L'ensemble des caractères que l'on peut reconnaître nous engage à le rapporter au *Phacops latifrons*, Bronn, espèce très commune dans le terrain qui fait partie de ce prolongement des Pyrénées qu'on appelle chaîne cantabrique, et que nous avons visitée cette année.

Dans les mêmes couches M. Leymerie, a découvert une empreinte très incomplète qui rappelle un peu le *Receptaculites Neptuni* de l'Eifel.

Les autres fossiles présentés à la Société proviennent des groupes *d* et *e* de la coupe de la vallée d'Aran, et annoncent le système silurien supérieur. Les deux espèces les plus significatives sont la *Cardiola interrupta*, Brod., (*Cardium cornucopiæ*, Goldf.) et l'*Orthoceras bohemicum*, Barr. Le premier de ces deux fossiles est aujourd'hui connu dans plusieurs parties de l'Europe, et quelques mots sur sa distribution et sa position stratigraphique ne seront pas inutiles ici.

C'est en Angleterre que la *Cardiola interrupta* a d'abord été découverte, et c'est à Sir Roderick Murchison qu'on doit d'avoir fixé l'âge des couches qui la renferment. Ces couches, comme chacun sait, appartiennent à l'étage de Ludlow. La Bohême est, après l'Angleterre, le pays où le gisement de cette coquille a été le plus exactement précisé, et c'est aux beaux travaux de M. Barrande qu'on le doit. Elle y occupe une position un peu inférieure à celle qu'on lui assigne en Angleterre. En effet, nous avons pu nous convaincre, dans plusieurs excursions faites avec M. Barrande, qu'elle se trouve à la base du système silurien supérieur. C'est aussi la place qu'on doit lui assigner à Feuguerolles (Calvados), à

Saint-Sauveur-le-Vicomte (Manche) et à Saint-Jean-sur-Erve (Mayenne). La *Cardiola interrupta* vient d'être récemment découverte à San-Juan-de-los-Abadessos (Catalogne) par M. Amalio Maestre, ingénieur des mines, qui nous en a montré des échantillons à Oviedo, et par M. le professeur Fournet à Faytis, près Neffiez (Hérault); la proximité, dans ces deux localités, de calcaires à Goniatites analogues aux calschistes de la vallée d'Aran, nous fait présumer que ce fossile y est dans des relations stratigraphiques semblables. Enfin, cette espèce existe en Sardaigne et dans les Alpes du Salzbourg, près de Dieuten. Dans tous les gisements que nous venons de signaler, elle est propre au système silurien supérieur. Nous n'avons pas mentionné les calcaires d'Elbersreuth en Bavière, où cette espèce se rencontre aussi, parce que nous avons quelques doutes sur la position de ces couches. S'il est vrai qu'elles soient dévoniennes, ce serait le seul exemple de l'existence de la *Cardiola interrupta* dans des couches de cet âge.

Le second fossile bien déterminable, envoyé par M. Leymerie, est, avons-nous dit, l'*Orthoceratites bohemicum*, trouvé à Marignac, près de Saint-Béat. C'est une espèce ornée de côtes ou anneaux transverses arrondis. Son caractère distinctif consiste en ce que les anneaux s'effacent et sont peu sensibles sur un des côtés de la coquille. C'est à M. Barrande qu'on doit la découverte de cette espèce en Bohême : elle s'y trouve, comme près de Saint-Béat, dans les mêmes couches que la *Cardiola interrupta*, c'est-à-dire, vers la base du système silurien supérieur. L'*O. bohemicum* a été trouvé aussi avec la *Cardiola interrupta* par M. Amalio Maestre à San-Juan-de-los-Abadessos en Catalogne, et par M. de la Marmora en Sardaigne. L'association de ces deux espèces, dans des contrées différentes, fournit un puissant argument pour placer sur le même horizon les dépôts qui les renferment.

Avec ces deux espèces, M. Leymerie nous a aussi envoyé des Orthocères lisses de diverses tailles qui rappellent les Orthocères si abondantes à Saint-Sauveur-le-Vicomte, et que M. Alc. d'Orbigny a appelées *O. gregoroides*. L'*O. styloideum*, Barr., qu'on trouve en Bohême avec la *C. interrupta*, nous paraît aussi très voisine de celle des Pyrénées. Enfin, parmi les fossiles de M. Leymerie se trouve une troisième espèce d'Orthocère, ornée de stries longitudinales écartées, qui paraît, autant qu'on peut en juger sur un mauvais fragment, assez différente des espèces déjà connues.

Quant aux Encrines et au Trilobite que M. Leymerie a recueillis dans les groupes *d* et *e* de sa coupe, il ne nous a pas été possible de les déterminer, mais nous ne pensons pas que ce

dernier soit, ainsi qu'il le dit, la *Calymene Tristani*, fossile caractéristique du système silurien inférieur.

En Bohême et en Angleterre, de même qu'en Sardaigne et en France, soit à Saint-Sauveur-le-Vicomte, soit à Feuguerolles, la *Cardiola interrupta* est accompagnée de Graphtolites, et il est assez remarquable que, précisément dans des couches peu distantes des calcaires à *Cardiola* des Pyrénées, M. Boubée ait découvert, il y a peu d'années, deux ou trois espèces de Graphtolites dont il a donné la description.

M. Favre fait remarquer qu'à Dieuten (Tyrol), on trouve la *Cardiola interrupta* dans du fer spathique; elle est associée à une Orthocère, et l'une et l'autre sont changées en graphite.

M. de Verneuil ajoute que les Orthocères de Saint-Sauveur-le-Vicomte sont également changées en graphite.

M. Élie de Beaumont fait observer que, dans une publication récente, qui n'était sans doute pas connue de M. Leymerie, il a indiqué dans les Pyrénées l'existence du système du *Tatra*, qui s'y dessine d'ailleurs d'une manière peu prononcée.

M. Damour lit la notice suivante :

Notice et analyses sur un kaolin produit par la décomposition du béryl, par M. Damour.

Dans un intéressant mémoire sur les produits de la décomposition des minéraux appartenant à la famille des Silicates (*Annales des Mines*, 4e série, t. VII), M. Ebelmen a démontré que la transformation du feldspath en kaolin n'était qu'un cas particulier de l'altération des silicates en général, et que cette transformation avait également lieu sur plusieurs espèces contenant des bases à un atome d'oxygène, autres que la potasse et la soude. Ses observations ont particulièrement porté :

1° Sur un bisilicate de manganèse de l'Algérie.
2° Sur un bisilicate de manganèse de Saint-Marcel.
3° Sur la bustamite du Mexique.
4° Sur le grenat mélanite de Beaujeu (Rhône).
5° Sur diverses roches basaltiques.

Je viens apporter aujourd'hui un nouvel exemple de ce passage à l'état de kaolin observé sur une substance minérale bien définie

et très connue ; je veux parler de l'émeraude commune, ou béryl, qui jusqu'à ce jour ne s'était trouvée qu'à l'état cristallin.

Ce béryl décomposé provient des environs de Chanteloube (Haute-Vienne). Les échantillons que j'ai l'honneur de présenter à la Société géologique font partie de la collection de M. Alluaud aîné : d'après leur caractère, il ne me paraît guère possible de douter que la matière kaolinique qui les constitue en majeure partie provienne réellement de la désagrégation moléculaire et de la décomposition de cristaux de béryl. On y observe, en effet, le passage successif du béryl cristallin au béryl kaolinisé : sur la plupart de ces échantillons, la forme prismatique du béryl est conservée intacte, et la matière terreuse retient une multitude de fragments de béryl cristallin qui ont résisté à l'action des éléments de décomposition.

Il est difficile de séparer mécaniquement la partie terreuse de la partie cristalline : on y parvient d'une manière incomplète, au moyen de la lévigation ; l'eau de lavage entraîne toute la matière kaolinique, mais celle-ci retient toujours une plus ou moins faible quantité de fragments très divisés de béryl. Ainsi dégagée des fragments grossiers de béryl, et séchée à + 20 degrés centigrades, la matière kaolinique présente les caractères suivants :

Sa couleur est le blanc légèrement grisâtre ou jaunâtre : chauffée dans un tube, elle laisse dégager de l'eau qui ne réagit pas sur le papier bleu de tournesol, et qui exhale une faible odeur empyreumatique. A la plus forte chaleur de la flamme du chalumeau, sur la pince de platine, elle reste infusible. Humectée de nitrate de cobalt et fortement chauffée, elle prend une teinte bleu sale. Elle se dissout partiellement dans le sel de phosphore, auquel elle communique une teinte passagère d'oxyde de fer, et laisse un résidu siliceux.

L'acide chlorhydrique l'attaque partiellement à chaud : cet acide dissout une notable proportion d'alumine, un peu d'oxyde de fer et de manganèse, et met en liberté une quantité correspondante de silice qu'on peut séparer de la partie inattaquée au moyen d'une dissolution chaude de carbonate de soude.

Le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique se laisse aisément attaquer par l'acide sulfurique à la température de 200 degrés. Il se dissout ainsi une quantité considérable d'alumine, un peu de glucine et d'oxyde de fer. Il reste de la silice mêlée à une proportion variable de béryl cristallin. La silice peut en être séparée au moyen d'une lessive de soude.

La calcination à une température voisine du rouge blanc rend

cette matière inattaquable par l'acide chlorhydrique, mais elle ne détruit pas sa solubilité dans l'acide sulfurique.

On voit, par ce qui précède, que la matière kaolinisée peut être séparée complétement, par les moyens chimiques, du béryl cristallin que les acides n'attaquent pas.

L'analyse de cette substance a été faite ainsi qu'il suit. Le minéral réduit en poudre par la lévigation, et séché, pendant six heures, à + 60 degrés, a été attaqué par l'acide chlorhydrique concentré. On a évaporé la liqueur acide, traité le résidu par l'eau et par l'acide chlorhydrique à plusieurs reprises, et recueilli sur un filtre le dépôt insoluble (A).

La liqueur filtrée a été saturée d'ammoniaque ; il s'est formé un précipité d'alumine qu'on a lavé avec soin. L'alumine a été dissoute, encore humide, dans la potasse caustique : un faible dépôt ferrugineux manganésifère a été séparé. La liqueur alcaline, étendue d'une grande quantité d'eau, a été chauffée au degré d'ébullition ; elle est restée parfaitement claire, et aucun dépôt ne s'est formé ; elle ne renfermait donc pas de glucine. On l'a sursaturée d'acide chlorhydrique ; on a ajouté un peu de chlorate de potasse, et, après une digestion de quelques heures, on l'a précipitée par l'ammoniaque. On a obtenu de l'alumine pure qu'on a recueillie et dosée après un lavage convenable.

On a fait bouillir le dépôt insoluble (A) avec une dissolution de carbonate de soude pour séparer la silice libre qu'il contenait. La liqueur alcaline, sursaturée d'acide chlorhydrique, a été évaporée à siccité et le résidu repris par l'eau acidulée : on a séparé ainsi la silice pure.

Le résidu insoluble dans le carbonate de soude a été traité par l'acide sulfurique à une température voisine du degré d'ébullition de cet acide : la décomposition s'est effectuée rapidement. On a délayé la matière dans une grande quantité d'eau : il s'est déposé de la silice qu'on a lavée et traitée par une lessive de soude. La silice s'est dissoute ; il est resté un dépôt insoluble formé de grains très fins de béryl : le poids de ces grains de béryl a été retranché du poids total de la matière employée.

La liqueur alcaline sursaturée d'acide chlorhydrique, évaporée à siccité, etc., a donné de la silice pure.

La liqueur sulfurique a été saturée d'ammoniaque. L'alumine, la glucine, l'oxyde de fer ont été précipités. Après un lavage prolongé, on a dissous le précipité, encore humide, dans la potasse caustique ; l'oxyde de fer s'est séparé. On a ajouté beaucoup d'eau à la dissolution alcaline et on l'a fait bouillir. La glucine s'est dé-

posée en flocons blancs ; on l'a recueillie sur un filtre, puis dissoute dans l'acide chlorhydrique, et l'on a versé cette dissolution dans du carbonate ammoniacal : on a ainsi séparé une très petite quantité d'alumine. La liqueur ammoniacale filtrée a été chauffée au degré d'ébullition. Il s'est précipité du carbonate de glucine qu'on a recueilli sur un filtre et calciné fortement pour obtenir la glucine pure.

La liqueur alcaline, séparée de l'oxyde de fer et de la glucine, a été saturée d'acide chlorhydrique et précipitée par le carbonate ammoniacal. On a ainsi obtenu l'alumine pure.

L'eau a été dosée à part, d'après la perte qu'une forte calcination a fait subir à une quantité de matière pesant 3 grammes.

La moyenne de trois analyses exécutées sur 3 à 4 grammes de matière, a donné :

	en 10000es	Oxygène.	Rapports
Silice.	0,4561	0,2369	4
Alumine.	0,3886	0,1814	3
Eau.	0,1404	0,1248	2
Glucine.	0,0110		
Oxyde ferrique. . . .	0,0094		
Chaux.	traces		
	1,0055		

Ces résultats se décomposent ainsi :

			Oxygène.	Rapports.
Partie attaquable par l'acide chlorhydrique.	Silice.	0,1146	0,0595	1
	Alumine	0,1290	0,0602	1
	Oxyde ferrique.	0,0060		
Partie attaquable par l'acide sulfurique.	Silice.	0,3415	0,1774	3
	Alumine. . . .	0,2596	0,1212	2
	Glucine.	0,0110		
	Oxyde ferrique.	0,0034		
	Eau.	0,1404		
		1,0055		

L'eau me paraît devoir être partagée également entre la partie soluble dans l'acide chlorhydrique et la partie soluble dans l'acide sulfurique : en effet, lorsqu'on a séparé toute la partie attaquable par l'acide chlorhydrique, ainsi que la silice mise en liberté, si l'on fait rougir le résidu après l'avoir préalablement desséché à + 60 degrés, on en dégage une proportion d'eau qui s'élève de 7 à 8 pour 100.

La formule qui me paraît le mieux représenter la composition de ce kaolin est celle-ci :

$$(\dddot{\text{Al}}, \dddot{\text{Si}}, 3\,\dot{\text{H}}) + (2\,\dddot{\text{Al}}.\,3\,\dddot{\text{Si}}, 3\,\dot{\text{H}}).$$

Le calcul donne :

				en 10000es
Soluble dans l'acide chlorhydrique.	1 équivalent de silice. .	577,34	=	0,1176
	1 équivalent d'alumine.	642,33	=	0,1308
	3 équivalents d'eau	337,44	=	0,0687
Soluble dans l'acide sulfurique.	3 équivalents de silice. .	1731,93	=	0,3526
	2 équivalents d'alumine.	1284,66	=	0,2616
	3 équivalents d'eau. . .	337,44	=	0,0687
		4911,11		1,0000

Ou bien, réunissant les éléments de même nature :

				en 10000es
4 équivalents de silice. .	2309,24	=	0,4702
3 équivalents d'alumine.	1926,99	=	0.3924
6 équivalents d'eau. . . .	674,88	=	0,1374
	4911,11		1,0000

La formule devient ainsi :

$$3\,\dddot{\text{Al}}, 4\,\dddot{\text{Si}}, 6\,\dot{\text{H}}.$$

Je ne fais pas entrer dans cette formule la glucine, qui, ne se montrant qu'en très faible proportion, m'a paru n'être pas essentielle à la composition du kaolin dont elle atteste seulement l'origine. Cette terre, l'un des éléments constituants du béryl, a donc disparu en presque totalité, se comportant ainsi de la même manière que les bases alcalines ou terreuses dans les feldspaths, et en général dans les substances qui passent à l'état de kaolin. Cette observation tend à faire ranger la glucine parmi les bases à 1 atome d'oxygène, et à confirmer ainsi l'opinion des chimistes qui assignent à cette terre la formule $\dot{\text{Be}}$ au lieu de $\dddot{\text{B}}$ qu'on lui avait anciennement donnée.

Si l'on prend pour base le nombre 158,84 nouvellement admis comme équivalent de la glucine, la composition du béryl se présente ainsi qu'il suit :

				en 10000es
4 équivalents de silice. .	2309,24	=	0,6741
1 équivalent d'alumine. .	642,33	=	0,1875
3 équivalents de glucine.	474,25	=	0,1384
	3425,82		1,0000

Sa formule est donc :

$$3\,\dot{B}e + \dddot{A}l + 4\,\dddot{S}i\,;$$

ou bien, en multipliant par 3 chacun des termes,

$$9\,\dot{B}e + 3\,\dddot{A}l + 12\,\dddot{S}i\,,$$

le kaolin est représenté par

$$3\,\dddot{A}l + 4\,\dddot{S}i + 6\,\dot{H}.$$

Ainsi, dans cette transformation du béryl en kaolin, l'alumine est demeurée fixe; $9\,\dot{B}e + 8\,\dddot{S}i$ ont disparu, et il n'est resté que $3\,\dddot{A}l + 4\,\dddot{S}i$ qui se sont unis à $6\,\dot{H}$. Ces observations sont du reste conformes à celles des nombreux minéralogistes qui ont étudié la décomposition des feldspaths et des autres espèces minérales en kaolin.

M. Alluaud aîné, à l'obligeance duquel je dois les échantillons employés à ces recherches, a bien voulu me communiquer le résultat des observations qu'il a faites sur le gisement des béryls du département de la Haute-Vienne. Je vais présenter ici un extrait de la lettre de M. Alluaud :

« Le gisement des béryls est au milieu d'une albite très altérée » et friable. L'albite que j'exploite pour la fabrication de la por- » celaine se trouve sous trois états différents : elle a été analysée » en 1841 à Sèvres, par M. Malaguti. En voici les résultats que » j'extrais d'une lettre de M. Brongniart, du 13 décembre 1841 :

	I.	II.	III.
	Albite laminaire, blanchâtre, peu altérée.	Albite blanchâtre altérée, friable.	Albite peu colorée très altérée, et friable.
Silice. . . .	67,63	66,67	66,00
Alumine. .	20,48	22,33	22,50
Soude. . . .	10,26	10,00	8,80
Potasse. . .	»	»	1,40
Chaux. . . .	0,65	0,20	traces
Magnésie. .	traces	traces	traces
Humidité. .	»	»	0,40
	99,02	99,20	99,10

» C'est dans l'albite de la troisième espèce, renfermant 8,80 de

» soude que se sont trouvés les béryls décomposés. L'albite y était » enchâssée dans une variété de mica verdâtre laminaire.

» Pour vous mettre à même d'étudier comment les faibles cou- » rants électro-chimiques qui ont opéré la décomposition du béryl, » du mispikel, d'une partie de l'albite et de quelques phosphates, » se sont établis au milieu de ces masses de composition si diffé- » rente, je vais vous donner, autant que les limites d'une simple » lettre le permettent, une idée générale de la constitution géolo- » gique du granite à grandes parties de la carrière de la Vilate.

» Pour abréger, je renvoie d'abord à la description générale que » j'en ai donnée autrefois dans le recueil des annales de la Société » d'histoire naturelle de Paris : j'y ajouterai les nouvelles obser- » vations que l'extraction de plusieurs millions de mètres cubes de » déblais m'a fourni l'occasion de faire depuis cette époque.

» Les granites communs à gros grains au milieu desquels sont » enchâssés les dykes du granite gigantesque ou à grandes parties » de la Vilate, de Chanteloube, Bessine, Cintre, le Hureau, etc., » renferment des filons d'argilophyre, et, auprès de Népoulas, un » filon quartzeux renfermant du wolfram, du fer sulfuré et du fer » arsenical. Aucun de ces filons ni d'aucune autre époque ne traverse » le granite à grandes parties. Les principes constituants sont le » quartz, l'orthose, l'albite, des micas de plusieurs espèces parmi » lesquels je dois signaler un mica ferrifère noir, magnétique, le » mica manganésifère violâtre et le mica lithique (lépidolite). Ces » substances s'y trouvaient d'abord en masses irrégulières très vo- » lumineuses nettement séparées les unes des autres sans se mêler » ni se confondre comme dans le granite commun. En pénétrant » dans la profondeur de ces masses, j'ai reconnu une tendance à » un état d'agrégation globaire bien caractérisé dans quelques » parties. L'une de ces masses globaires, dont les diamètres varient » de 50 centimètres à 1 et 2 mètres, avait pour noyau de l'orthose » laminaire. Ce noyau était entouré d'un feldspath grenu (weis- » stein) à grains fins dans lequel était disséminé du quartz gris en » fragments irréguliers de 1 centimètre cube, et placés de distance » en distance sur la même ligne concentrique. Puis venait une » deuxième ligne de fragments de quartz moins volumineux ; puis » une troisième, une quatrième, avec cela de remarquable que le » quartz, diminuant de volume en s'éloignant du centre du sphé- » roïde, se réduisait à la grosseur d'une tête d'épingle. C'est au » centre d'un autre sphéroïde que s'est trouvé le grenat spessartine » mélangé de phosphate de chaux, de fer arsenical, de fer arséniaté, » de wolfram ordinaire et de wolfram tantalifère. Ce noyau d'en-

» viron 0m,50 de diamètre était entouré ou plutôt enchâssé dans » la deuxième variété d'albite dont j'ai donné l'analyse. C'est » dans cette albite et dans un rayon de 1 à 2 mètres que la colom- » bite et la baïerine se sont trouvées disséminées. C'est encore au » centre d'un semblable sphéroïde que se sont trouvés les béryls » cristallisés et les béryls décomposés que vous venez d'analyser. » Ces deux sphéroïdes, placés au même niveau, sont éloignés l'un » de l'autre d'environ 6 mètres, et à une dizaine de mètres de » profondeur ou de distance du jour. Tous ces sphéroïdes sont ir- » réguliers et souvent en contact. Ils semblent avoir cédé à un » effort de pression, de telle sorte que la limite convexe d'un sphé- » roïde devient la limite concave du sphéroïde qui le joint.

» Les divers phosphates, triplite, hétérosite, etc., qui se sont » trouvés dans la carrière de la Vilate, n'y sont point disséminés » en petits fragments comme le phosphate de chaux, les minéraux » tantalifères; ils forment des nids, des masses isolées, des amas » irréguliers qui ne dépassent pas 50 centimètres cubes. Il est pro- » bable que ces masses occupent aussi des centres d'agrégation » globaire; mais c'est ce que je ne puis assurer, n'ayant pas eu » occasion d'observer ces amas depuis que j'ai constaté l'agréga- » tion globaire que je viens de vous faire connaître.

» Le mica joue un grand rôle dans la structure de ce granite à » grandes parties : il y forme parfois des amas de plusieurs mètres » cubes, comme le quartz, l'orthose et l'albite. Sa disposition la » plus générale et la plus constante est de servir d'enveloppe aux » grandes masses; il les isole et les renferme dans ses réseaux en » les séparant par une cloison de 1 ou 2 décimètres d'épaisseur.

» Il est difficile d'indiquer, au milieu de ces amas, la source » des courants galvaniques qui ont altéré et décomposé l'albite, » le béryl, le fer arsenical et quelques uns des phosphates de fer » et de manganèse. Si pourtant nous considérons dans leur en- » semble les amas de minéraux divers superposés d'étage en étage, » au milieu des roches alcalines chargées d'humidité, nous y trou- » verons tous les éléments d'une pile galvanique dont les réseaux » de mica seraient les fils conducteurs. »

M. Bayle fait, en son nom et en celui de M. Coquand, la communication suivante :

Extrait d'un mémoire sur les fossiles secondaires recueillis dans le Chili par M. Ignace Domeyko, professeur à l'Université de Coquimbo, et sur les terrains auxquels ils appartiennent, par MM. Coquand, professeur à la Faculté des sciences de Besançon, et Bayle.

Depuis que le progrès imprimé aux sciences naturelles a mis en relief l'importance de la paléontologie et le secours qu'en retire la géologie, les voyageurs et les naturalistes que le hasard ou des missions spéciales ont conduits dans des régions du globe inexplorées ou peu connues ont recueilli, avec un zèle louable, les restes organisés dont l'étude pouvait conduire à la classification des couches des formations sédimentaires. L'Amérique du Nord est entrée la première dans la voie des découvertes, et déjà les catalogues paléontologiques publiés aux États-Unis ont enregistré des richesses qui augmentent notablement le nombre des espèces décrites en Europe. L'Amérique du Sud avait aussi fixé l'attention des savants, lorsque en 1728 Antonio Ulloa signala à 2,222 toises au-dessus du niveau de la mer, à Guanca-Velica, dans le Pérou, des coquilles pétrifiées.

A la fin du siècle dernier et dans le commencement de celui-ci, Molina et Luiz de la Cruz firent connaître la présence d'animaux marins dans les cordilières du Chili. Depuis, MM. de Humboldt, Degenhardt, Pentland, Boussingault, Alc. d'Orbigny, Darwin et d'autres explorateurs, en ont découvert sur presque tous les points de cette portion du nouveau monde, de sorte qu'on peut dire, en généralisant, que les terrains fossilifères appartenant aux périodes paléozoïques, secondaires et tertiaires, sont développés depuis la Nouvelle-Grénade jusqu'au détroit de Magellan.

Ces découvertes ont été, pour la plupart, l'objet de publications importantes; nous nous bornerons à faire remarquer seulement que la comparaison des faunes éteintes de l'Europe avec celles de l'Amérique ont permis de constater dans ce dernier continent l'existence des terrains silurien, dévonien, carbonifère, triasique, crétacé et tertiaire, et que le synchronisme des formations repose sur la détermination d'une foule d'espèces identiques. Il va sans dire que cette conclusion est indépendante de toute critique que l'on serait peut-être en droit d'exercer contre des innovations audacieuses ou des rapprochements forcés introduits par quelques auteurs systématiques.

Une lacune seule rompait, dans le nouveau monde, l'enchaîne-

ment stratigraphique des terrains reconnus en Europe. Elle comprend la formation jurassique; cependant l'examen des figures de quelques ouvrages, et notamment de celles de M. Darwin, ainsi que les observations dont M. E. Forbes accompagne les publications du voyageur anglais, démontre que cette lacune n'existe réellement pas. Mais l'incertitude ou l'espèce d'oubli dans lequel on a laissé cette question tient à deux causes. Les personnes qui se sont livrées à la récolte des fossiles ont, par malheur, négligé trop souvent les lois importantes de la superposition, et les paléontologistes, à leur tour, qui se sont occupés dans leur cabinet de reconstruire les horizons géologiques avec les matériaux rassemblés, entraînés par l'esprit de système ou égarés dans leurs déterminations par des similitudes de formes, ont été portés à séparer des choses semblables ou à attribuer à un seul étage des faunes appartenant réellement à des formations distinctes. Ce danger était peut-être inévitable pour des contrées qu'on n'avait pas la faculté de soumettre à un contrôle de révision; car il n'a pas été toujours facile de s'en préserver en France, où, quand deux terrains existaient superposés dans une même falaise, dans un même escarpement, on a parfois décidé de l'ensemble sur un seul fossile connu, sans se préoccuper de la position véritable qu'occupait la pièce d'après laquelle on avait jugé le procès.

L'hiatus que nous signalions dans l'Amérique du Sud vient d'être comblé par les recherches et les découvertes importantes de M. Ignace Domeyko. Ce géologue ne s'est point contenté de recueillir des fossiles au hasard; il a décrit avec exactitude la nature des couches dans lesquelles ils se trouvaient, indiqué leurs accidents, leur position relative, en laissant toutefois à des paléontologistes mieux placés que lui le soin d'asseoir des déterminations spécifiques, d'opérer des rapprochements basés sur un examen rigoureux et comparatif, et de tracer ainsi les différents étages auxquels ils peuvent appartenir. Nous avons entrepris ce travail en nous conformant aux idées de l'auteur, et nous nous sommes aidés, pour établir ces déterminations, des riches collections de fossiles réunies à l'École des mines. Nous nous sommes abstenus, et nous avons poussé notre réserve jusqu'au scrupule, de tirer *à priori* des conclusions anticipées d'après le *facies* de telles ou telles espèces; et afin de mieux prémunir notre impartialité contre des entraînements fâcheux dont la conséquence inévitable est de plier les faits à un système arrêté d'avance, nous avons décrit les fossiles *ad naturam*; car l'expérience nous avait démontré que la restauration des espèces représentées par des échantillons brisés conduisait à

des formes dont des exemplaires plus complets et recueillis dans les mêmes terrains et dans les mêmes couches ont démontré plus tard toute l'inexactitude. C'est ainsi que des pièces reconstruites, et qui étaient pour un auteur le type caractéristique de la formation crétacée, sont devenues, après examen plus approfondi, des espèces incontestablement jurassiques. Nous tenions d'autant plus à éviter un pareil écueil, que des paléontologistes recommandables, et M. Alc. d'Orbigny entre autres, n'ont point hésité à classer dans les terrains crétacés les couches secondaires décrites par M. Ign. Domeyko, bien que la présence de la *Gryphæa cymbium* (Lamk.), du *Spirifer tumidus*, de Buch, et de la *Terebratula ornithocephala*, Sow., démontre jusqu'à la dernière évidence l'insuffisance et le vice d'une pareille classification. Par une méprise des plus singulières, la *Gryphæa cymbium* a été signalée comme une espèce nouvelle, analogue aux *Ostrea vesicularis* et *bituriculata*, et rapportée conséquemment à la formation crétacée ; des Nautiles et des Térébratules jurassiques ont été aussi proclamés comme espèces nouvelles, parce que l'auteur, négligeant leurs véritables caractères, et dans sa conviction que la faune du Chili était exclusivement crétacée, a érigé en différences spécifiques des variations insignifiantes que l'on remarque toujours entre deux individus appartenant à la même espèce. Or, comme un certain nombre de coquilles du Chili, entre autres le *Pecten alatus*, Buch (*Pecten Dufrenoyi*, d'Orb.), la *Turritella Humboldtii* (*Turritella Andii*, d'Orb.), toutes deux fort communes dans les vallées de Coquimbo et de Copiapo, se retrouvent également dans le Pérou, on n'a pas manqué d'englober les terrains de ces contrées éloignées dans le même horizon géologique, et de ramener le terrain jurassique le mieux caractérisé au niveau de la formation du grès vert.

Ces méprises ont le double inconvénient de substituer arbitrairement, et d'une façon compromettante, la paléontologie aux grandes questions géologiques étroitement liées à la physique générale du globe, et de donner à des sciences accessoires une prépondérance qui, si elle était tolérée, ne tendrait à rien moins qu'à réduire à néant les lois de la superposition, où à ne leur attribuer qu'un rôle parasite.

Autant que personne, nous savons les liens étroits de parenté qui unissent la paléontologie à la géologie et le secours précieux que ces deux sciences se rendent mutuellement; mais nous savons aussi que l'équerre inflexible que l'on voudrait appliquer indistinctement à la signification de chaque espèce aurait pour résultat d'abaisser la discussion des plus grands phénomènes aux mesquines

proportions d'une question de détail, et de convertir la nombreuse série des animaux éteints en un catalogue bon tout au plus à occuper les loisirs d'un amateur, et non à résoudre les points philosophiques qui touchent à l'histoire du globe.

La liste suivante fait connaître les espèces recueillies par M. Domeyko :

Étages du lias supérieur à la Gryphée arquée et de l'oolithe inférieure.

Nautilus striatus, Sow. — Jorquera.
N. semistriatus, d'Orb. (*Domeykus*, d'Orb.). — Tres-Cruces.
Ammonites opalinus, Rein. — Jorquera.
A. Domeykus, nob. — Chañarillo.
A. pustulifer, nob. — Jorquera.
Turritella Humboldtii, nob. (*Andii*, d'Orb.). — Manflas, Chañarillo.
Ostrea cymbium, Desh. (*Gryphæa Darwini*, Forbes; *Ostræa hemispherica*, d'Orb.). — Manflas, Tres-Cruces.
Pecten alatus, de Buch (*Dufrenoyi*, d'Orb.). — Manflas, Tres-Cruces; Jorquera.
Mytilus scalprum, Goldf. — Tres-Cruces.
Plicatula rupa, nob. — Manflas.
Cardita Valenciennesii, nob. — Manflas.
Terebratula tetraedra, Sow. — Manflas.
T. ornithocephala, Sow. (*Ignaciana*, d'Orb.). — Manflas, Tres-Cruces.
Spirifer tumidus, de Buch (*chilensis*, Forbes, *linguiferoides*, Forbes). — Tres-Cruces, Manflas.
Ammonites bifurcatus, Schlot. — Manflas.
Ostrea palligera, Goldf. — Manflas, Tres-Cruces.
Terebratula perovalis, Sow. — Manflas, Tres-Cruces.

Étage jurassique moyen.

Natica phasianella, nob. — Doña-Ana.
Nerinea (indét.). — Doña-Ana.
Pleurotomaria (indét.). — Doña-Ana.
Ostrea gregaria, Sow. — Doña-Ana.
O. Rivoti, nob. — Doña-Ana.
O. Marshii, Sow. — Doña-Ana.
O. sandalina, Goldf. — Doña-Ana.
Lima truncatifrons, nob. — Doña-Ana.
L. raricosta, nob. — Doña-Ana.
Pholadomya Zieteni, Ag. — Doña-Ana.
P. fidicula, Sow. — Doña-Ana.
Panopæa peregrina, d'Orb. — Doña-Ana.

Terebratula Domeykana, nob. — Doña-Ana.
T. concinna, Sow. (*œnigma*, d'Orb.). — Doña-Ana.
T. ficoides, nob. — Doña-Ana.
T. lacunosa, Ziet. — Doña-Ana.
T. emarginata, Sow. — Doña-Ana.
Echinus bigranularis, Lamk. — Doña-Ana.
E. diademoides, nob. — Doña-Ana.
Zoophytes (2 espèces). — Doña-Ana.

Terrain néocomien.

Crioceras Duvalii, Léveillé. — Arqueros.
Ostrea Couloni, d'Orb. — Arqueros.
Trigonia Delafossei, nob. — Arqueros.

La liste qui précède comprend des espèces recueillies par M. Domeyko dans des localités différentes de la cordilière de Coquimbo, savoir : Manflas, Jorquera, Tres-Cruces, Chañarillo, Doña-Ana et Arqueros; il est facile de déterminer l'horizon géologique auquel chacune de ces localités doit être rapportée.

Manflas.— Les espèces qui existent à Manflas peuvent se décomposer en deux groupes, dont l'un se rapporte à l'étage des marnes et calcaires à Bélemnites, et le second à l'oolithe inférieure. Les espèces du premier étage sont : les *Turritella Humboldtii*, *Ostrea cymbium*, *Pecten alatus*, *Plicatula rapa*, *Cardita Valenciennesii*, *Terebratula ornithocephala*, *Terebratula tetraedra*, *Spirifer tumidus*. Dans ce nombre, quatre espèces sont communes au terrain des marnes et calcaires à Bélemnites de l'Europe : ce sont les *Ostrea cymbium*, *Terebratula ornithocephala*, *Terebratula tetraedra* et le *Spirifer tumidus*. Le *Pecten alatus* jouerait à Manflas le même rôle que le *Pecten æquivalvis* en Europe; la *Plicatula rapa* remplacerait la *Plicatula pectinoides* et la *Cardita Valenciennesii*, la *Cardita* (*hippopodium*) *ponderosa*. Les espèces qui indiqueraient à Manflas l'oolithe inférieure sont l'*Ammonites bifurcatus*, l'*Ostrea pulligera* et la *Terebratula perovalis*, fossiles qui se trouvent abondamment en Europe dans les couches supérieures à l'horizon tracé par l'*Ostrea cymbium*.

Jorquera. — Les espèces que renferme cette localité ne peuvent laisser aucun doute sur l'horizon qu'elles représentent. En effet, l'*Ostrea cymbium*, l'*Ammonites opalinus*, le *Nautilus striatus* et le *Pecten alatus* indiquent la faune de la partie inférieure de l'étage oolithique inférieur (étage des marnes et calcaires à Bélemnites). Sur quatre espèces, comme on le voit, trois sont

communes à l'Europe, et une seule, le *Pecten alatus*, est particulière au Chili. Relativement à cette dernière, nous ferons remarquer que sa présence à Manflas et à Tres-Cruces, dans les mêmes couches qui renferment l'*Ostrea cymbium*, la *Terebratula ornithocephala* et la *T. tetraedra*, ne nous permet pas de lui assigner d'autre place que celle qu'occupent dans la série des terrains les fossiles si caractéristiques de cet étage des formations jurassiques. Ajoutons qu'il serait étonnant, si ce *Pecten* était réellement crétacé, qu'on n'eût jamais rencontré avec lui aucun autre fossile incontestablement crétacé, et qu'il manquât précisément à Arqueros (Chili), où l'*Ostrea Couloni* et le *Crioceras Duvalii* annoncent la formation crétacée. Il n'en est pas moins remarquable de rencontrer dans des couches jurassiques un *Pecten* à valve supérieure, concave, alors que les espèces de ce groupe n'avaient été jusqu'à présent trouvées que dans les terrains postérieurs aux formations jurassiques.

Chanarillo. — Cette localité présente un petit nombre de fossiles, l'*Ammonites Domeykus*, la *Turritella Humboldtii* qui n'ont pas été signalés en Europe. Mais la présence de la *Turritella Humboldtii*, qui accompagne à Manflas la *Terebratula tetraedra*, l'*Ostrea cymbium*, le *Spirifer tumidus*, nous dévoile l'existence à Chañarillo de l'étage des marnes et calcaires à Bélemnites.

Doña-Ana. — Sur vingt espèces déterminables que présente cette localité, sept sont nouvelles, savoir : *Natica phasianella*, *Ostrea Rioti*, *Lima truncatifrons*, *Lima raricostata*, *Terebratula Domeykana*, *T. ficoides* et l'*Echinus diademoides*. Les autres sont communes au Chili et à l'Europe. Ce sont : l'*Ostrea gregaria*, l'*Ostrea Marshii*, *O. sandalina*, *Pholadomya Zieteni*, *Pholadomya fidicula*, *Panopæa peregrina*, les *Terebratula concinna*, *T. lacunosa*, *T. emarginata* et l'*Echinus bigranularis*. Parmi ces dernières, les *Ostrea gregaria*, *Ostrea Marshii*, *Ostrea sandalina*, *Pholadomya fidicula*, *Pholadomya Zieteni*, *Panopæa peregrina*, *Terebratula concinna*, *T. lacunosa*, *T. emarginata* et l'*Echinus bigranularis* sont propres aux couches oxfordiennes; mais la *Nerinea*, la *Natica phasianella*, la *Lima raricostata* qui rappelle si bien la *Lima proboscidea* à larges côtes du coral-rag de Saint-Mihiel, les Echinides et les Polypiers indiquent si clairement une faune corallienne, qu'il est impossible de refuser à la collection des fossiles de Doña-Ana de représenter l'étage moyen des formations jurassiques, l'Oxford-clay et le coral-rag.

Arqueros. — Cette localité ne nous a offert que trois espèces, l'*Ostrea Couloni*, le *Crioceras Duvalii* et la *Trigonia Delafossei*. Nous

ne parlons point des corps cylindriques dans lesquels M. d'Orbigny a cru reconnaître des Hippurites voisines de l'*Hippurites organisans*, et qu'il a nommés *H. chilensis*; sans repousser cette opinion d'une manière absolue, nous avouons que nous n'avons pas osé établir un terrain nouveau dans les cordilières du Chili d'après un fragment indéterminable, surtout quand on sait que les Hippurites se montrent déjà dans le terrain néocomien, et que leur présence dans les mêmes couches qui renferment l'*Ostrea Couloni* et le *Crioceras Duvalii* n'ajouterait rien à l'authenticité de ce membre de la formation crétacée.

Le *Crioceras Duvalii* et l'*Ostrea Couloni* caractérisent, comme on le sait, la formation néocomienne de l'Europe; leur présence dans les couches d'Arqueros ne permet pas d'hésiter à rapporter à cette formation ces couches du Chili.

Résumé. — Les fossiles que nous venons de citer conduisent à constater dans la cordilière du Chili l'existence des formations jurassiques et néocomiennes; l'étage des marnes et calcaires à Bélemnites serait représenté à Manflas, Tres-Cruces, Jorquera et Chañarillo; celui de l'oolithe inférieure à Manflas; l'étage oolithique moyen peut être reconnu dans les couches de Doña-Ana, et le terrain néocomien dans celle d'Arqueros. La présence, dans ces divers terrains du Chili, d'un certain nombre d'espèces déjà reconnues en Europe, présente une importance très grande pour la paléontologie générale, puisqu'elle nous dévoile, dans la distribution géologique et géographique de ces êtres et les circonstances climatériques sous lesquelles ils ont vécu, une sorte d'uniformité déjà constatée en Europe et qui paraît s'étendre aux dépôts du même âge, jusque sous la latitude du Chili.

M. de Verneuil fait remarquer, à ce sujet, qu'il a vu à Londres une collection de Port-Natal (Afrique), dont les fossiles appartenaient au terrain jurassique moyen.

M. Boubée dit qu'il a reçu des fossiles du Sénégal qui appartiennent également à l'Oxford-clay.

MM. Deshayes et Rivière ont vu des fossiles venant d'Abyssinie qui sont aussi jurassiques.

M. Bayle ajoute que les collections de l'Inde, de V. Jacquemont, contiennent des fossiles jurassiques.

M. de Calderon lit le mémoire suivant :

Mémoire sur l'état de l'industrie minérale en Portugal, par M. Tᵉ. de Calderon.

Ayant, pendant mon séjour en Portugal, recueilli des renseignements aussi complets que possible sur les productions naturelles de ce pays, je viens vous communiquer ceux qui concernent le règne minéral. Il n'y a pas, dans cette partie de la Péninsule, des mines aussi riches et aussi abondantes qu'en Espagne, et supposant qu'il y en ait, la cherté des bras, la difficulté des transports et le manque de combustible ne les rendent pas exploitables.

Cependant il y en a quelques unes, quoique en petit nombre, qui, par leur nature et leur situation, sont ou pourraient être exploitées avec avantage; mais, soit que l'esprit d'association n'existe pas dans cette nation, soit que le gouvernement n'accorde pas avec assez de facilité les concessions qu'on lui demande, l'industrie minérale n'y est pas développée, et est loin d'être ce qu'elle était il y a trois siècles.

Il est vrai que, depuis cette époque, l'abaissement graduel de la valeur réelle et relative de l'argent, l'augmentation des choses nécessaires à la vie, et la rétribution plus libérale du travail, ont dû nécessairement décourager l'exploitation des mines qui ne contiennent plus aujourd'hui une richesse correspondante à notre civilisation.

Ainsi les Romains travaillèrent, pendant plusieurs siècles, des mines d'argent dans la Serra de Santa-Justa, près de Vallongo; les Portugais ne continuèrent pas ces travaux, mais ils en entreprirent de nouveaux, et jusqu'au commencement du XVIIᵉ siècle ils exploitèrent des mines de ce même minerai dans la province de Tras-os-Montes; sans doute ils les abandonnèrent lorsque l'effet de celles d'Amérique se fit sentir en Europe.

L'*or* est assez répandu, surtout dans les sables : on ne le trouve qu'en très petite quantité: les plus remarquables sont ceux d'Adiça qui existent sur la plage, à trois lieues de Lisbonne. L'exploitation en a été abandonnée et reprise avec plus ou moins de succès à différentes époques, quelquefois après un intervalle de plusieurs siècles. En 1835, ils étaient lavés pour le compte du gouvernement: comme les profits couvraient à peine les frais, il dut y renoncer. Le moment le plus favorable pour l'exploitation est après que le vent du S.-O. a soufflé avec force, et que les vagues ont déplacé une partie des sables. On a cru longtemps que cet or était charrié par le Tage, et rejeté ensuite sur la côte; mais un rapport fait à ce

sujet par José Boniface d'Andrade, et imprimé dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Lisbonne*, t. V, prouve que cet or se trouve disséminé dans l'alluvion formée par les ruines d'une montagne qui contenait des veines aurifères.

Le *mercure* n'est pas rare dans ce pays, où il existe presque toujours à l'état natif, mais jamais en abondance ; il est le plus souvent divisé dans le sable. Il y a cinq années que des travaux ruineux furent entrepris pour les recherches de ce métal dans le district de Lisbonne. A Oporto même, dans la ville, rue San-Antonio de Pinel, il y en a un gisement qui fut concédé à la compagnie Persévérance, qui ne put entreprendre des travaux à cause de l'opposition de la municipalité, qui a objecté d'abord la sûreté des maisons sous lesquelles ces travaux auraient été faits, ensuite la santé publique qui aurait été altérée par le contact du mercure.

Il y a des mines de *cuivre* dans plusieurs provinces. La seule qui mérite d'être citée, c'est celle d'Ajustrel, située dans la vallée de San-Joã do Deserto, province d'Alentejo. Le filon a une puissance de 12 à 15 pieds; sa direction est de l'E. à l'O. ; son inclinaison est de 30° au N. L'essai du minerai ayant été fait par ordre du gouvernement, voici quelles ont été les proportions sur 100 parties :

Cuivre, 13 ; plomb, 8 ; arsenic, 2 ; fer, 26 ; soufre, 25 ; silice, 26. = 100.

Le port de mer le plus voisin est celui de Porto-del-Rei : de là à la mine il y a 7 lieues de mauvais chemin. Cette mine gît au milieu d'une argile bleue stratifiée. Il y a lieu d'espérer que les travaux ne tarderont pas à être repris, car le résultat ne paraît pas douteux.

Une seule mine de *plomb* est exploitée dans tout le Portugal. Elle existe à Braçal, province de Aveiro. En 1837, elle a produit 2,880 kil.; en 1838, 4,320 kil.; en 1839, 1,240 kil.; en 1840, 5,760 kil.; en 1841, 16,920 kil.; en 1842, 132,336 kil. Aujourd'hui sa production est beaucoup plus importante. Le plomb est de bonne qualité et exempt d'antimoine.

Dans la commune de Paredes, paroisse de Rebordoza, il y a une mine d'*étain* à l'état d'oxyde, dont la concession fut faite en 1839. De cette époque à 1842 on a retiré 3,355 kilogrammes d'étain. La même compagnie possède aussi deux mines d'*antimoine* à Vallongo, concédées à la même époque ; et en 1842 on avait extrait 26,078 kilogrammes de minerai, qui fut vendu en Angleterre à un haut prix, à cause de sa pureté ; les travaux alors cessèrent et furent repris avec succès en 1845 ; ils ont été suspendus de nouveau.

Qui pourrait croire que dans tout le Portugal il n'y a pas un seul haut fourneau? cependant le minerai ne manque pas. En 1550 il y avait de 60 à 70 fonderies en constante opération; au commencement de ce siècle il en restait encore 4 ou 5; enfin, les dernières qui aient existé, et qui sont celles de Figuero de Vinhos et de Foz d'Alge, ont travaillé jusqu'en 1832 pour le compte du gouvernement. Non seulement le minerai est très abondant et très riche en *peroxyde de fer*, mais encore dans certaines localités il se trouve à côté du combustible, qui ne vaut que 1 franc les 100 kilogrammes. Cette industrie, encore aujourd'hui, pourrait occuper beaucoup de bras et affranchir le Portugal d'une partie de ce qu'il paie annuellement à l'Angleterre et à la Suède pour l'achat de ce métal, si le gouvernement voulait la protéger. La Biscaye, qui ne se trouve pas dans une position plus favorable que le Portugal, tire un grand parti de ses mines de fer, et je ne crois pas exagérer en disant que plus de 500 familles y trouvent leur subsistance. Il y a lieu de présumer que le grand succès obtenu par les Anglais depuis l'année 1740, époque à laquelle ils commencèrent à fondre le minerai de fer avec du coke et de la houille, fut la cause principale de la décadence des fonderies portugaises.

On n'a pas encore découvert de *houille* proprement dite en Portugal; il existe seulement des mines de charbon, dans le terrain liasique, à Buarcos, commune de Maiorca, près de Figueras. Elles furent découvertes vers l'année 1755; des travaux ont été entrepris et abandonnés à plusieurs époques; elles ont été inondées et desséchées plusieurs fois. De 1816 à 1820, on a extrait environ 3,500 tonnes; en 1820, l'exploitation fut continuée par une nouvelle compagnie. Les travaux qui avaient été abandonnés ont repris depuis peu, mais sans grand succès. Ce charbon, qu'on avait cru être de la houille, est très sulfureux et n'a pu être employé jusqu'à ce jour avec avantage.

C'est en 1802 que les mines d'*anthracite* de San-Pedro da Covo (1) furent découvertes; ces mines sont les plus riches du Portugal. Oporto n'emploie pas d'autre combustible, et l'on en expédie même jusqu'à Lisbonne. On retire maintenant 6,000 tonnes par année. Cette mine et celle de Homo de Bracal sont les seules qui donnent un bon résultat, et, en y joignant celle de

(1) Voy. le mémoire de M. Daniel Sharpe, dans le *Quarterly Journal*.

Buarcos, on peut dire que ce sont les seules qui soient exploitées dans ce royaume.

On trouve des *lignites* à Cascaes, Batalha, cap d'Espischel, Alhandra, Parral au delà de Calheres, Lorinha, etc., etc.

J'ai souvent entendu parler des pierres précieuses que l'on trouve en Portugal; j'ai vu des *topazes*, mais presque sans couleur, des *grenats* que l'on trouve à Bellas, mais très impurs, des *améthystes* faiblement colorées, et qui n'étaient pas plus pures que les grenats; on dit aussi qu'il y a des *aigues-marines*, mais je n'en ai jamais vu. Les pierres les plus utiles du Portugal sont le *granite* d'Oporto et le *calcaire* de Lisbonne, car on en tire un grand parti pour l'exportation. On expédie aux Açores et au Brésil (principalement à Bahia) des maisons toutes prêtes que l'on exécute sur des plans; les pierres, déjà taillées, sont numérotées, de sorte qu'à leur arrivée on n'a qu'à les monter. Dans le district de Coimbre, il y a un calcaire mélangé de silice qui est très dur et très caverneux, et avec lequel on fait des meules à moudre.

Il existe aussi une grande variété de *marbres:* on en a déjà expédié aux États-Unis. Ceux de Cintra sont bleus; il y en a aussi de noirs; ceux de Pinhero, près de Mafra, sont rouges et jaunes; à Serpa il y en a une montagne de blancs; à Estrencos il y en a de noirs, de verts et de blancs : c'est de ce point que furent extraites les colonnes de l'Escurial. Il y en a encore dans beaucoup d'autres endroits, et l'on pourrait en tirer grand parti si les moyens de les transporter n'étaient pas si coûteux et si difficiles.

Dans la Serra d'Estrella, on exploite la *pierre lithographique*, mais elle est traversée par des veines de quartz. Une nouvelle exploitation vient de s'ouvrir dans les propriétés du duc de Palmella, près de Lisbonne; elles sont préférables aux premières, mais inférieures à celles de Solenhofen; elles ont une couleur un peu grisâtre.

Près d'Oporto, de Vianna et d'Ovar, il y a du *feldspath* : on s'en sert pour fabriquer de la faïence, et l'on en a expédié du premier point à Trieste. Près d'Aveiro, il y a du kaolin, qui est employé par une fabrique de porcelaine; il paraît contenir beaucoup d'alcalis, car la pâte a peu de consistance, et généralement les grandes pièces se déforment à l'action du feu; sa couleur est légèrement bleuâtre au lieu d'être laiteuse.

Le *silex* est aussi assez commun; il y en a près de Lisbonne, et aussi près de Rio-Maior. On en fait de la faïence commune et des pierres à fusil.

Le *gypse* existe dans le district de Lisbonne et dans les Algarves,

près de Loulé. Le transport étant trop coûteux, on préfère recevoir celui de France.

L'*ocre* existe aussi du côté d'Oporto, mais c'est celui de France que l'on emploie; cependant la ville d'Oporto se sert de celui que l'on tire de la province du Minho.

Il y a beaucoup de *terres réfractaires*. Les meilleures sont celles d'Ovar et de Leria : avec cette dernière on fait les creusets pour les verreries.

La branche la plus productive du règne minéral, c'est le *sel* : les *Memorias economicas* ont donné la statistique des salines qui existaient il y a environ 35 ans. Elles étaient alors au nombre de 2,865, dont 2,426 exploitées. La production du sel était de 384,584 moios (1), et le nombre des ouvriers employés de 5,410. Voici quelle a été la production en 1848 :

Vianna et Oporto. . . .	7	4
Aveiro	24,374	
Figueras	23,250	
Setubal et Lisbonne. . .	255,164	
Rio Maior.	127	30
Tavira et Faro.	4,886	
Total, moios	307,808	34 alquieres.

La production a plutôt diminué qu'augmenté; on le comprend par la concurrence que le sel du cap Vert fait au Portugal. Depuis quelques années, le cap Vert produit à peu près 60,000 moios portugais.

Rio-Maior est dans l'intérieur, et le sel y provient d'une source d'eau salée.

Telle est la relation exacte de l'industrie minérale du Portugal. Je m'abstiendrai de faire de longs commentaires sur la triste situation de ce malheureux pays. Platon (2) dit : « L'opulence et la pauvreté nuisent également aux arts et à ceux qui les exercent. » Effectivement, quand le Portugal eut atteint l'apogée de sa grandeur, les mines et l'agriculture furent négligées et tombèrent dans la dernière décadence. Aujourd'hui, malgré l'énergie industrielle qui existe dans cette nation, et malgré les efforts qu'elle fait pour regagner une partie de ce qu'elle a perdu, elle échoue

(1) Le moio a 15 fanegas, soit 828 litres.
(2) *L'État ou la République*, livre 4e.

dans presque toutes ses entreprises, parce que les capitaux qui manquent ne viennent pas favoriser celles qui pourraient lui être profitables.

Séance du 18 février 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

CALDERON (Tᵉ. DE), à Paris, rue des Billettes, 20, présenté par MM. d'Archiac et de Verneuil;

LAURENT (Charles), ingénieur civil, rue de Chabrol, nº 35, à Paris, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Salomon;

VILANOVA Y PIERA (Juan), aide-naturaliste du muséum de Madrid, à Paris, rue du Cloître-Saint-Benoît, 8, présenté par MM. Charles d'Orbigny et Salomon;

PERREIRA DA COSTA (don Antonio), présenté par MM. de Verneuil et d'Archiac.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice : *Journal des savants*, janv. 1850.

De la part de M. Cotteau, *Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne*, 1ʳᵉ, 2ᵉ et 3ᵉ livraisons; in-8, 50 p., 6 pl. Paris, 1850, chez J.-B. Baillière.

De la part de M. Daubrée : 1º *Recherches sur la production artificielle de quelques espèces minérales cristallines, particulièrement de l'oxyde d'étain, de l'oxyde de titane et du quartz. Observations sur l'origine des filons titanifères des Alpes* (extr.

du t. XVI, 4e sér., des *Ann. des mines*); in 8, 27 p. Paris, chez Thunot et compe.

2° *Mémoire sur la température des sources dans la vallée du Rhin, dans la chaîne des Vosges et au Kaiserstuhl*; in-8, 15 p., 1 pl. Paris, chez Thunot et compe.

De la part de l'État de la Caroline du Sud : 1° *Report*, etc. (Compte rendu de la description géologique et agronomique de la Caroline du Sud, 1844), par M. Tuomey; in-8, 63 p. Columbia, 1844, chez Johnston.

2° *Report*, etc. (Compte rendu de la géologie de la Caroline du Sud), par M. Tuomey; in-4, 293 et LVI p., 3 pl. Columbia, 1848, chez Johnston.

De la part de l'État du Connecticut : *Report*, etc. (Compte rendu de la description géologique du Connecticut), par M. Ch. Upham Shepard; in-8, 188 p. New-Haven, 1837, chez Hamlen.

De la part de l'État du Massachusetts : 1° *Report*, etc. (Compte rendu de la description géologique du Massachusetts), par M. Edward Hitchcock, partie 1re, Géologie économique; in-8, 70 p., 1 carte. Amherst, 1832, chez J. S. et C. Adams.

2° *Explanation*, etc. (Explication de la carte géologique annexée à la carte topographique du Massachusetts), par M. Edward Hitchcock; in-12, 22 p. Boston, 1844, chez C. Hickling.

De la part de l'État du New-Hampshire : 1° *First annual Report*, etc. (Premier compte rendu annuel de la géologie de l'État du New-Hampshire), par M. Ch. T. Jackson; in-8, 164 p. Concord, 1841, chez Cyrus Barton.

2° *Final Report*, etc. (Dernier compte rendu de la géologie et de la minéralogie de l'État du New-Hampshire), par M. Ch. T. Jackson; in-4, 476 p., 11 pl. Concord, 1844, chez Carroll et Baker.

3° *Views*, etc. (Vues et carte géologiques de l'État du New-Hampshire), par M. Ch. T. Jackson; in-4, 20 p., 8 pl., 1 carte. Boston, 1845, chez Thurston, Torry et compe.

De la part de l'État du New-Jersey, *Final report*, etc. (Dernier compte rendu de la géologie de l'État du New-Jersey), par M. Henry D. Rogers; in-8, 301 p., 1 pl., 1 carte. Philadelphie, 1840, chez C. Sherman et compe.

De la part de l'État de New-York, *Address*, etc. (Discours prononcé à la réunion de l'Association des géologues et naturalistes américains à Washington, en mai 1844, par M. Henry D. Rogers; et extrait des procès-verbaux de la réunion); in-8, 58 et 43 p. New-York et Londres, 1844, chez Wiley et Putmam.

De la part de l'État de Vermont, *First annual Report*, etc. (Premier, deuxième et troisième compte rendu annuel de la géologie de Vermont, 1845, 1846 et 1847), par M. C. B. Adams; in-8, 92, 267 et 32 p., 1 carte. Burlington, chez Chauncey Goodrich.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1850, 1er semestre, t. XXX, nos 5 et 6.

L'Institut, 1850, nos 840 et 841.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, no 16, décembre 1849.

Bulletin de la Société de géographie, 3e sér., t. XII, nos 71 et 72, nov. et déc. 1849.

The Athenæum, 1850, nos 1163 et 1164.

Compte des recettes et des dépenses effectuées pendant l'année **1849** *pour la Société géologique de France*, présenté par M. DE BAIMONT, trésorier.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget.	RECETTES effectuées.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions.	1	Droits d'entrée et de diplôme.	3[illegible]0 »	4[illegible]0 »	60 »	» »
	2	Cotisations de l'année courante.	7,407 »	7,470 »	» »	30 »
	3	Cotisations des années précédentes.	2,500 »	2,271 90	» »	228 10
§ 2. Produits extraordinaires des réceptions.	4	Cotisations arriérées.	150 »	300 »	150 »	» »
	5	Cotisations une fois payées.	200 »	600 »	3[illegible]0 »	» »
§ 3. Publications.	6	Vente de Bulletins.	600 »	775 »	175 »	» »
	7	Vente de l'Histoire des progrès de la géologie.	600 »	1,239 50	639 50	» »
	8	Vente de Mémoires.	800 »	854 50	54 50	» »
	9	Vente de cartes collées.	25 »	9 »	» »	16 »
§ 4. Recettes diverses.	10	Arrérages de Rentes sur l'État 5 c/c.	1,557 »	1,557 »	» »	» »
	11	Id. Id. 3 c/c.	32 »	48 »	16 »	» »
	12	Allocation de M. le ministre de l'instruction publique.	1,250 »	1,250 »	» »	» »
	13	Recettes imprévues.	50 »	73 80	23 80	» »
	14	Remboursement de frais de mandats.	25 »	12 »	» »	13 »
	15	Recette extraordinaire relative au Bulletin.	» »	40 »	40 »	» »
		Totaux des recettes.	15,769 »	16,943 70	1,453 80	284 10
§ 5. Solde du compte précédent.	16	Reliquat en caisse au 31 décembre 1848.	1,526 40	1,526 40		
		Totaux de la recette et du reliquat en caisse.	17,295 40	18,470 10		

COMPARAISON.

La Recette présumée était de.	17,295	40
La Recette effectuée est de.	18,470	10
Il y a augmentation de Recette de.	1,174	70

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget.	DÉPENSES effectuées.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Personnel.	1	Agent { son traitement	1,800 »	1,800 »	» »	» »
	2	Agent { travaux auxiliaires	300 »	300 »	» »	» »
	3	Garçon de bureau { ses gages	800 »	800 »	» »	» »
	4	Garçon de bureau { gratification	100 »	100 »	» »	» »
§ 2. Frais de logement.	5	Loyer, contributions, assurances	1,270 »	1,235 85	» »	34 15
	6	Chauffage, éclairage	450 »	435 20	» »	14 80
§ 3. Frais de bureau.	7	Dépenses diverses	200 »	229 65	29 65	» »
	8	Ports de lettres	150 »	148 80	» »	1 20
	9	Impressions, avis, circulaires, etc.	100 »	158 50	58 50	» »
§ 4. Encaissements.	10	Change et retour de mandats	150 »	127 05	» »	22 95
§ 5. Matériel.	11	Mobilier	100 »	281 60	181 60	» »
	12	Bibliothèque	300 »	175 55	» »	124 45
	13	Collections	50 »	5 50	» »	44 50
§ 6. Publications.	14	Bulletin { Arriéré de 1848.				
	15	Bulletin { impression, papier, etc. port	4,800 » 1,250 »	4,975 25 995 05	175 25 » »	» » 254 95
	16	Histoire des progrès de la géologie	4,260 »	4,460 15	160 15	» »
	17	Mémoires { achat d'exemplaires	1,000 »	1,508 »	508 »	» »
	18	Mémoires { dépenses supplémentaires	25 »	20 »	» »	5 »
	19	Mémoires { menus frais et coloriage de cartes	25 »	1 50	» »	23 50
§ 7. Placement de capitaux	20	Achat de Rentes sur l'État (placement de cotisations à vie)	» »	» »	» »	» »
§ 8. Dépenses imprév.	21	Avances remboursables	100 »	125 40	25 40	» »
			17,170 »	17,803 05	1,158 55	525 50

COMPARAISON.

La Dépense présumée était de	17,170	»
La Dépense effectuée est de	17,803	05
Il y a augmentation de Dépense de	633	05

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1849.

La Recette totale étant de	18,470	10
Et la Dépense totale étant de	17,803	05
Il reste en caisse audit jour	667	05

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX.

		NOMBRE DES COTISATIONS.	VALEURS. fr.	c.
Recette	antérieurement à 1849...	80	24,000	»
	pendant l'année 1849.....	2	600	»
	Totaux.....	82	24,600	»
Legs Roberton.....			12,600	»
Total des capitaux encaissés.			37,200	»
PLACEMENTS EN RENTES.				
1,557 fr. de rentes 5 o/o acquises antérieurement à 1849...	fr. 36,591	c. 80	37,086	80
32 fr. de rentes 3 o/o achetées pendant l'année 1848 (conversion d'un bon du Trésor).....	495	»		
1,589 fr. de rentes. — Excédant de la recette sur la dépense.....			113	20

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES.

Au 31 décembre 1848, les membres maintenus sur les listes officielles comme devant contribuer aux dépenses de 1849 s'élevaient au nombre de 496, dont :

418 membres payant cotisation annuelle 78 membres à vie . . . . . } ci . .	496
Les réceptions, du 1er janvier au 31 décembre 1849, sont montées à	22
Total. . . .	518
A déduire pour cause de décès, démissions, radiations. .	19
Le nombre des membres inscrits sur les registres au 1er janvier 1850, s'élève à.	499

M. Viquesnel lit le rapport suivant :

Rapport sur la gestion du Trésorier pendant l'année 1849.

MESSIEURS,

L'année dernière, la commission dont j'étais le rapporteur vous a signalé les causes d'une réduction considérable dans les recettes prévues du budget de 1848 ; plus heureuse que sa devancière, la commission de cette année, composée de MM. Damour, Hébert et moi, a l'honneur de vous présenter le tableau rassurant d'une grande amélioration dans les résultats obtenus en 1849.

RECETTE.

La recette présumée, non compris un reliquat en caisse de fr. 1,526 40 c., a été portée au budget à la somme de fr. 15,769. La recette effectuée s'est élevée à fr. 16,943 70 c., et présente sur les prévisions une augmentation de fr. 1,174 70 c.
La recette, en 1848, s'est arrêtée au chiffre de fr. 12,594 80 c.
Différence en plus, obtenue en 1849. . . fr. 4,348 90 c.

Maintenant si l'on fait entrer en ligne de compte le reliquat en caisse provenant des exercices précédents, on trouve pour les recettes de 1849 un total de fr. 18,470 10 c., et pour celles de 1848, un total de fr. 16,607 05 c. Dans ce cas, la différence en plus, obtenue en 1849, n'est plus que de fr. 1,863 05 c. Ainsi, au 1er janvier de l'année dernière, nous avions en caisse fr. 2,485 85 c. de moins qu'au 1er janvier 1848, et cependant la totalité de la recette, en 1849, s'élève à une plus forte somme que celle de l'année précédente.

Nous avons cru devoir vous présenter ces rapprochements entre les résultats généraux des deux derniers exercices, pour démontrer que la prospérité de la Société a repris son cours un moment interrompu par les événements politiques.

§ I et § II. *Produits ordinaires et extraordinaires des réceptions.*

Sur les cinq articles dont se composent ces deux paragraphes, trois articles présentent une augmentation, savoir :

Art. 1er. *Droits d'entrée et de diplôme.* . . .	60 fr.
Art. 4. *Cotisations anticipées.*	150
Art. 5. *Cotisations une fois payées.*	300
Total de l'augmentation. . .	510 fr.

Les deux autres articles offrent, au contraire, les réductions suivantes :

Art. 2. *Cotisations de l'année courante.* . .	30 fr.
Art. 3. *Cotisations arriérées.*	225 10 c.
Total des diminutions. . .	255 fr. 10 c.

En définitive, les recettes comprises dans les deux paragraphes dépassent les prévisions de fr. 254 90 c.

Art. 1er. Le nombre des admissions est resté, comme en 1848, bien inférieur à la moyenne des entrées précédentes. Il est donc naturel que l'augmentation soit d'une faible importance sur le chiffre admis au budget, chiffre qui représente précisément la recette effectuée pendant le cours de l'année précédente.

Art. 2. Le montant de plusieurs cotisations recueillies par un de nos correspondants n'est arrivé que dans les premiers jours de janvier dernier. Conformément aux règles de la comptabilité, elles figureront à l'exercice de 1850. Sans ce retard involontaire, la somme de fr. 7,500, prévue au budget, aurait été dépassée.

Art. 3. La diminution observée sur les cotisations arriérées tient notamment à l'impossibilité où votre trésorier s'est trouvé de recouvrer les cotisations de nos confrères résidant en Italie. Il faut espérer que les circonstances permettront cette année de rétablir nos anciennes relations.

Art. 4. Les versements par anticipation s'élèvent à 300 fr., précisément au double de l'année précédente et des prévisions du budget.

Art. 5. Deux cotisations de 300 fr., donnant le titre de membre à vie, ont été versées en 1849. Aux termes du règlement, elles auraient dû être immédiatement placées en rentes sur l'Etat; mais vous devez vous rappeler qu'en 1848, un bon

du Trésor de fr. 500 a subi la conversion forcée, et que cette dépense a été considérée comme un placement anticipé de cotisations à vie. (Voy. le dernier rapport, t. VI, p. 267, art. 21.)

§ III. *Produits des publications.*

Les trois principaux articles de ce paragraphe ont éprouvé les augmentations suivantes :

Art. 6. *Vente du bulletin.*	175 fr.	»» c.
Art. 7. *Vente de l'Histoire des progrès de la géologie.*	639	50
Art. 8. *Vente des mémoires.*	54	50
Total des augmentations. . .	869 fr.	»» c.

à déduire pour diminution.

Art. 9. *Vente de cartes coloriées.*	16	»»
Il reste pour augmentation sur le § III. .	853 fr.	»» c.

Art. 6. On sait que nos acheteurs du *Bulletin* se classent en deux catégories :

1° Les membres nouveaux qui désirent se procurer les volumes publiés antérieurement à l'époque de leur admission. Leurs achats se sont élevés en 1849 à fr. 170, et ne forment pas le quart du produit de la vente.

2° Les libraires qui prennent pour le compte de personnes étrangères à la Société le volume en cours d'impression, ou très rarement un ou plusieurs volumes anciennement publiés. Les exemplaires vendus aux libraires, et désignés dans les précédents rapports sous le nom d'*abonnements*, forment toujours la plus forte partie du produit total de la vente du *Bulletin*. Les abonnements étaient au nombre de 16 en 1848 ; ils se sont élevés à 20 l'année dernière et ont donné une recette de fr. 605. Ils entrent donc pour plus des trois quarts dans le montant de la vente dont le chiffre est de fr. 775.

Art. 7. L'importance des intérêts engagés dans la publication de l'ouvrage de M. d'Archiac m'autorise à entrer dans

des détails suffisants pour vous faire apprécier les conséquences que cette entreprise peut avoir sur les finances de la Société. Nous ne considérons pour le moment que les questions relatives aux recettes; nous traiterons plus loin celles des dépenses. (Voy. art. 16 des dépenses.)

La vente de l'année dernière se compose de 353 exemplaires, et a produit une somme de fr. 1,239 50 c., savoir :

T. Ier. . . .	11 exempl. vendus aux membres. . .	fr. 55 »»	258 »»	
	29 exempl. vendus aux libraires . . .	203 »»		
T. II 1re part.	158 exempl. vendus aux membres. . .	395 »»	732 50	
	75 exempl. vendus aux libraires . . .	337 50		
T. II 2e part.	57 exempl. vendus aux membres. . .	142 50	219 »»	
	17 exempl. vendus aux libraires . . .	76 50		
	247 exempl. ayant produit			fr. 1,209 50

A quoi il faut ajouter une somme de 30 fr. payée par anticipation sur les volumes non encore publiés, et représentant 6 tomes complets ou 12 demi-volumes, ci. 30 50

Ensemble. . . fr. 1,239 50

En 1847 et 1848, la vente de 120 exemplaires a produit une recette de fr. 681, savoir :

T. Ier	9 exempl. aux membres . .	45	596	681 »»
	77 id. aux libraires . .	551		
T. IIe, 1re part., 34 exempl. aux memb.		85		

Total de la vente des deux volumes jusqu'au 31 déc. dernier, se composant de 473 exempl., ci fr. 1,920 50

En outre, les dons de la Société en 1849 offrent les chiffres suivants :

T. Ier	A des membres qui ont acquitté la cotisation de 1847.	33	39 exempl.
	A des Sociétés savantes. . . .	6	
T. IIe	1re partie. A des Sociétés savantes.		15
	2e partie. A des Sociétés savantes.		31
	Ensemble.		85 exempl.

Les dons des années antérieures montent à 341 exemplaires, savoir :

T. Ier	A des membres.	284	318	341 exempl.
	A des Sociétés savantes. .	34		
T. IIe, 1re partie, à des Soc. savantes.			23	
Total des dons jusqu'au 31 déc. dernier.				426 exempl.

Si maintenant on compare le nombre d'exemplaires de cet ouvrage qui ont été vendus depuis sa récente apparition, au nombre des volumes, soit des *Mémoires*, soit du *Bulletin*, achetés chaque année par les membres et les libraires, on reconnaît que l'*Histoire des progrès de la géologie* est, de toutes nos publications, celle que le public semble accueillir avec le plus de faveur. En présence d'un tel succès, on a peine à concevoir le peu d'empressement de certains membres à faire prendre au local de la Société le premier volume donné gratuitement aux membres à vie et à ceux qui ont payé la cotisation de 1847. On ne peut raisonnablement l'attribuer qu'à la difficulté de faire venir de Paris, dans les circonstances actuelles, cet excellent résumé des travaux géologiques.

Art. 8 et art. 9. Ils offrent des différences trop légères pour mériter de fixer votre attention.

§ IV et § V. *Recettes diverses et solde du compte précédent.*

Nous ne nous arrêterons pas davantage, et par le même motif, aux articles dont se composent ces deux paragraphes.

Cependant nous ferons une exception en faveur de l'article 12, concernant l'allocation que M. le ministre de l'instruction publique accorde pour contribuer à la publication de l'*Histoire des progrès de la géologie*.

La Société a reçu du ministère, en 1847. . .	fr. 2,000
En 1848.	750
En 1849.	1,250
Total.	fr. 4,000

Ajoutons enfin que les sept articles composant les paragraphes IV et V offrent une augmentation totale de fr. 66 80 c.

Résumé.

En définitive, les augmentations de la recette, montant à fr. 1,458 80 c., portent principalement sur les articles 5, 6 et 7. La vente de l'*Histoire des progrès de la géologie* forme plus des 3/7 de cette augmentation. Les diminutions, s'élevant à fr. 284 10 c., proviennent en grande partie de l'article 3.

DÉPENSE.

La dépense totale a été prévue au budget pour fr. 17,170; la dépense effectuée s'est élevée à fr. 17,803 05 c., et présente sur la première une augmentation de fr. 633 05 c.

§ I, § II et § III. *Personnel, frais de logement et frais de bureau.*

Les prévisions relatives au paragraphe Ier ont été réalisées; celles qui concernent le second ont subi une diminution de fr. 48 95 c.; les prévisions relatives au troisième paragraphe ont été dépassées de fr. 86 95 c.

Enfin, si l'on considère les trois paragraphes réunis, on voit que les différences se balancent par une augmentation de fr. 38.

§ IV. *Encaissements.*

Art. 10. Le recouvrement des mandats, qui s'opérait autrefois par la voie des banquiers, figurait dans les comptes pour une somme assez importante, et dont le chiffre menaçait d'augmenter proportionnellement à l'accroissement du nombre des

membres. Ce mode onéreux de recouvrement est à peu près abandonné, et tend à disparaître. Le trésorier est actuellement en correspondance avec plusieurs membres de la Société qui veulent bien recueillir les cotisations de nos confrères habitant dans leur voisinage, et en adresser le montant en un bon sur Paris. M. de Brimont a trouvé l'occasion d'établir avec l'Angleterre et la Suisse des rapports analogues qui n'existaient pas encore. Il est bien difficile d'employer le même procédé à l'égard des membres qui résident dans des localités éloignées de ces centres de correspondance. Le refus des banquiers en 1848, de se charger de nos mandats, a forcé de recourir, pour la France au moins, à l'entremise des messageries; mais comme ce mode de recouvrement ne laisse pas que d'entraîner des frais assez élevés, M. Damour ne l'a employé qu'à la dernière extrémité. C'est à lui qu'on doit l'heureuse idée d'engager, par des circulaires, les membres résidant dans les départements, à faire parvenir leur cotisation en un mandat pris à la poste. M. de Brimont a suivi la même voie, et nous constatons avec plaisir que son appel a été entendu. Le succès obtenu cette année donne lieu d'espérer que nous verrons prochainement cet usage se généraliser en France.

Il est à désirer que tous nos confrères résidant hors de Paris évitent, à l'avenir, de faire supporter à la Société des frais de recouvrement (1). Chacun de nous est intéressé à diminuer, autant qu'il est en lui, une nature de dépense improductive, et dont la suppression permettrait d'appliquer une plus forte somme à nos publications.

En résumé, les encaissements, au lieu d'offrir une diminution de fr. 22 95 c. sur les prévisions du budget, auraient présenté une augmentation sans l'adoption du procédé imaginé par M. Damour et régularisé par M. de Brimont.

§ V. *Matériel.*

Un des articles de ce paragraphe a subi une augmentation;

(1) Les membres résidant à l'Étranger peuvent adresser au trésorier des mandats pris chez des banquiers, et ceux qui habitent en France, des mandats pris à la poste, chez les receveurs généraux ou chez des banquiers.

les deux autres ont éprouvé une diminution. La balance sur l'ensemble du paragraphe se résout en un accroissement de dépense de fr. 12 60 c. L'augmentation de fr. 181 60 c. qu'on observe sur l'article 11 est occasionnée par le renouvellement du matériel destiné à l'éclairage du local de vos séances.

§ VI. *Publications.*

Trois articles de ce paragraphe ont dépassé les prévisions du budget ; trois autres sont restés au-dessous. Les augmentations portent sur les suivants :

Art. 14. *Bulletin.*	fr. 195 25 c.
Art. 16. *Histoire des progrès de la géologie.*	160 15
Art. 17. *Mémoires (achat d'exemplaires).*	508
Ensemble. . . .	fr. 863 40 c.

A déduire, les diminutions :

Art. 15. *Port du Bulletin* . .	fr. 254 95	fr. 283 45 c.
Art. 18. *Dépenses supplémentaires relatives aux Mémoires.* .	5	
Art. 19. *Menus frais et coloriage de cartes.*	23 50	
Augmentation sur le § VI. . . .		fr. 579 95 c.

Art. 14. Les matériaux livrés à l'impression ont été plus abondants qu'on n'osait l'espérer au commencement de l'année. Ils auraient occasionné une augmentation de dépense plus considérable, si les auteurs de la notice bibliographique et de la table du tome V avaient livré leur manuscrit assez tôt pour être imprimé l'année dernière.

Art. 15. Conformément à l'article 75 du règlement, le trésorier a suspendu l'envoi du *Bulletin* aux membres retardataires et à ceux dont il n'a pas de nouvelles. De là provient la diminution que vous remarquez sur cet article.

Art. 16. Les dépenses occasionnées par la publication des deux premiers volumes de l'*Histoire des progrès de la géologie* ont été complétement soldées. Nous pouvons donc connaître

très exactement la somme totale dont la Société se trouve en avance par suite de leur publication.

Nous avons payé en 1837.		fr. 1,614 75 c.
En 1848.		2,611 35
En 1849.		4,360 15
Prix coûtant des deux volumes publiés. .		fr. 8,586 25 c.
A déduire :		
1° Produit de la vente jusqu'au 31 décembre dernier. (Voy. l'article 7 de la recette). .	fr. 1,920 50	fr. 5,920 50 c.
2° Allocation de M. le ministre de l'instruction publique. (Voy. le § V de la recette.).	fr. 4,000	
Excédant des dépenses sur les recettes. .		fr. 2,665 75 c.

Ainsi nos déboursés au 31 décembre dernier étaient de fr. 2,665 75 c.

Le produit présumé de la vente figure au budget de l'année courante pour une somme de fr. 1,000. Si la recette, comme nous avons lieu de le croire, vient confirmer nos espérances, elle réduira d'autant nos avances qui ne seraient plus que de fr. 1,665 75 c.

Art. 17. L'augmentation de fr. 508 que vous remarquez sur l'achat d'exemplaires des *Mémoires* se compose : 1° de la reprise d'un exemplaire livré en double à un membre ; 2° d'une somme de fr. 500 exigible en 1850 et payée par anticipation à l'éditeur. C'est donc une dépense qui vient à la décharge du budget de l'année courante.

Nous ne nous arrêterons pas aux articles 18 et 19 qui sont sans importance.

§ VII. *Placement de capitaux.*

Le trésorier n'a fait aucun placement par les motifs expliqués à l'article 5 de la recette.

§ VIII. *Dépenses imprévues.*

Les déboursés dépassent les prévisions de fr. 25 40 c.; mais on sait que les dépenses de cette nature sont de simples avances dont le montant rentre tôt ou tard sous le titre de recettes imprévues.

Résumé.

En définitive, les augmentations de dépense portent principalement sur les publications et sur le mobilier; les diminutions portent sur le matériel et le port du *Bulletin*.

CONCLUSIONS.

Vous avez vu, messieurs, que, abstraction faite du reliquat en caisse provenant des exercices antérieurs, la recette de 1849 s'élève à fr. 4,348 90 c. de plus que la recette effectuée en 1848. Cette importante amélioration ne doit pas être uniquement attribuée à la différence des circonstances politiques; elle résulte en partie des heureux efforts de votre trésorier, de l'activité de sa correspondance et de sa persévérance à rechercher de nouvelles relations.

Le temps d'arrêt dans la prospérité de la Société que nous vous avons signalé l'année dernière n'a donc été que momentané. Le nombre des membres maintenus sur les listes à la date du 31 décembre dernier s'élève à 499. Il présente une augmentation de trois membres sur le chiffre de l'année précédente, tandis qu'en 1848 il a subi une diminution de 26 membres.

Les ressources dont le trésorier pouvait disposer ont suffi pour faire face à toutes les dépenses, et solder toutes nos publications faites antérieurement au 31 décembre dernier.

L'actif de la Société se compose des éléments suivants :

1° Un reliquat en caisse de fr. 667 05 c.;

2° Fr. 1,557 de rente 5 pour 0/0 sur l'État, qui ont coûté fr. 36,591 80 c.;

3° Fr. 32 de rente 3 pour 0/0 sur l'État, qui ont coûté fr. 495;

4° De nombreux exemplaires de nos diverses publications, produisant des recettes dont l'importance s'accroît chaque année ;

5° Enfin un bon mobilier, une riche bibliothèque et une collection très intéressante de minéraux, de roches et de fossiles.

Vous voyez, messieurs, que le Conseil est resté fidèle à ses traditions de prudence, et que l'administration de la Société, placée sous sa surveillance éclairée, a su traverser la crise financière sans entamer les ressources extraordinaires placées en rentes sur l'État et sans interrompre le cours de nos publications.

Nous ne terminerons pas ce rapport sans payer un juste tribut d'éloge à notre trésorier. La promptitude avec laquelle il a saisi le mécanisme de nos écritures dénote une grande habitude de la comptabilité. Son expérience ne peut qu'apporter des perfectionnements à la méthode adoptée.

M. de Verneuil lit l'extrait suivant d'une lettre adressée par M. Boué, datée de Vienne, 21 janvier 1850.

Extrait de mes Mémoires sur les formes de la surface terrestre et sur leurs causes, ainsi que sur la paléophysique, la paléohydrographie et la paléochimie.

Ces formes peuvent se diviser en celles qui sont circulaires ou en cercles ouverts, en croissants, en ovales allongées ou arrondies, triangulaires, quadrangulaires, rarement régulières, le plus souvent en parallélogrammes, sous forme de fourche ou fourchues (Lac de Como), en étoiles, et rarement polygonales. Je détaille ces formes l'une après l'autre, et en donne des exemples pris aussi bien parmi les formes aqueuses que parmi les formes terrestres; et dans mes exemples, je commence toujours par les plus grands, pour finir par ceux de moindre étendue. Par exemple, pour les formes étoilées, je cite les îles des Célèbes, le Spitzberg, etc., l'amas des grands lacs du N. de l'Amérique, le Cantal, le Mont-d'Or, etc.; pour les formes fourchues ou en selle, la Scandinavie, l'Italie, la Baltique, le Bosphore, etc.; pour les formes en polygones, j'en décompose quelques unes, comme l'Angleterre, en parallélogrammes et en triangles. Je compare la Nouvelle-Hollande à la mer Noire;

l'Amérique centrale à la mer du Nord, y compris la mer Danoise, ou en petit avec la Manche, etc.

L'identité de forme des eaux et des terres est la meilleure preuve qu'ils sont les produits des mêmes causes ; je considère ces causes ; j'assigne pour chacune de mes formes le nombre de soulèvements, d'affaissements, etc., qu'elles ont dû subir pour être produites; je montre en même temps quelles sont les formes où les eaux ont eu aussi leur part dans le travail pour les modeler ou les achever. De cette manière, je parviens à spécifier en gros les formations dominantes dans chacune de mes formes. Ainsi, dans les formes ovales ou rondes, je reconnais la place de beaucoup de golfes derrière lesquels il y a d'autres bassins tertiaires et secondaires de même forme, de manière que l'une des formes est concentrique à l'autre, comme dans le S.-O de la France, dans le bassin de l'Euphrate, etc.

Je passe ensuite aux vallées, aux montagnes, aux lacs et aux cavernes, et détaille de même leurs formes générales et les causes généralement admises pour leur formation multiple.

Après cela, je compare les grands continents entre eux. Je vois le nouveau caractérisé principalement par les chaînes méridiennes et l'ancien par des chaînes équatoriales. Les chaînes dont la direction coupe l'équateur sous un angle aigu sont plus fréquentes dans l'ancien que dans le nouveau monde. Si l'on comparait l'ancien monde à la charpente d'un vaisseau, les deux Amériques seraient ce vaisseau ayant fait le tour d'un demi-cercle. La séparation des Amériques est un accident des courants équatoriaux, comme le sont probablement aussi les commencements des grands bassins du Sahara, de la Méditerranée, de l'Euphrate, canaux où ces eaux ont tournoyé une fois autour de la terre en passant au N. et S. de l'Indostan, et au milieu de l'archipel qui sépare la Nouvelle-Hollande de l'Asie. Tel au moins a dû être le cas lorsque l'isthme de Panama n'existait pas encore, savoir dans la période primaire. L'archipel postérieur de l'Asie en a été démantelé en partie.

Quand on compare les dépressions des deux mondes, on en trouve bien plus de circulaires dans l'ancien que dans le nouveau (Bohême, Hongrie, Arménie, Perse, etc.).

Une singulière série de dépressions fait presque le tiers de la terre dans le N., depuis le lac aux Ours, en Amérique, jusqu'au lac Baïkal en Sibérie. M. Brochant le faisait déjà remarquer en 1822; mais il n'y joignait ni le golfe du Mexique, ni la Méditerranée et la mer Noire. Il n'avait pas non plus remarqué que ce collier

d'enfoncements suivait la courbure des isothermes comme il distingue actuellement les deux parties de l'hémisphère boréal.

Je prends ensuite les deux Amériques pour types de forme des continents, et trouve à faire dans l'ancien monde deux Amériques, l'une de l'Europe et de l'Afrique, y compris l'Arabie, et l'autre du reste de l'Asie : entre ces deux masses n'existent que des bas-fonds qui furent jadis des mers. L'Arabie et l'Espagne ont empêché l'achèvement de ces deux pendants de l'Amérique. Voilà donc des formes terrestres d'une certaine irrégularité, laquelle doit avoir une cause tellurique.

Enfin, je compare les océans : j'oppose le fleuve de l'atlantique avec ses angles rentrants et sortants, ses rivages semblables opposés comme les bassins du Sahara et de l'Amazone, etc. ; je l'oppose, dis-je, comme forme aqueuse, aux deux Amériques, tandis que je retrouve les formes de l'ancien monde dans l'océan Pacifique, mais sujettes à des hypothèses relativement à certaines parties terrestres ou aqueuses qui ont subi des changements plus ou moins probables. Ainsi, l'union jadis plus parfaite de la Nouvelle-Hollande et de ses annexes avec l'Asie est détaillée.

Une fois les causes de la formation des formes extérieures de la terre établies comme étant en rapport avec les mouvements dans la route extérieure, les causes premières de ces derniers ne peuvent être que des résultats du refroidissement ou de la chaleur primitive du globe, qui ont produit des contractions et des soulèvements. Mais des phénomènes de chaleur ne se comprennent plus sans le magnétisme. Or ce dernier donne lieu à des phénomènes divers, en partie périodiques, et il est tellement lié à la chaleur que plus la température de la terre était élevée, plus ses phénomènes durent être considérables.

Les isothermes coïncident presque avec les lignes isodynamiques. Les aurores boréales ont dû être une fois plus intenses et de plus longue durée et plus fréquentes, ce qui expliquerait la possibilité de la végétation primaire au pôle arctique. Il n'y avait pas de glace alors ; mais plus tard, peu à peu, la température s'est abaissée, la glace s'est formée et est devenue perpétuelle. Toute formation géologique y est devenue impossible ; les rivières étant gelées, la mer l'étant en partie, la faune et la flore se trouvent très réduites : il n'a pu s'y former que des alluvions de glaciers et de courants (bois flottés, etc.). En un mot, l'archipel des terres arctiques et antarctiques est l'*embryon de la géogénie de nos terres tempérées et tropicales*. Le développement de l'embryon a été arrêté, non pas subitement, mais peu à peu ; car sans cela la glace polaire aurait dû nous

conserver les plantes houillères gigantesques de ses roches. Des courbes isothermes, dès lors, durent s'établir dès qu'il y eut de la glace aux pôles.

J'en viens enfin à la conclusion de mon travail, savoir : que *les soulèvements des chaînes équatoriales correspondent avec les lignes isodynamiques, tandis que les soulèvements des chaînes méridiennes, se coupant à l'équateur sous des angles aigus, correspondent aux lignes de déclinaison*, ce qui est naturel, attendu que toutes les lignes magnétiques ont varié avec le temps, et que le magnétisme devait être le plus prononcé là où la chaleur était plus grande et plus près de la surface.

J'arrive par là à donner la possibilité de tracer, par les chaînes soulevées dans chacune des grandes périodes géologiques, un *Atlas magnétique pour la situation des diverses lignes magnétiques pendant chacune de ces périodes*, et j'appellerai cette nouvelle science la *paléophysique* du globe, parce que j'en ai pu faire autant en partie pour le tracé des isothermes, dont je poursuis les variations au moins jusque dans l'époque triasique, ou même, en général, jusque dans les temps primaires où les eaux équatoriales tournaient autour du globe, et où les glaces n'avaient pu encore envahir les pôles ni les hautes montagnes, à cause du rayonnement de la chaleur primitive du globe.

Cette chaleur même omise pour le moment, la chaleur des rayons solaires augmentant d'intensité des pôles à l'équateur, comme Herschel même l'a encore confirmé, cette dernière cause est parmi celles qui devaient déjà, même dans les derniers temps, faire varier la place des isothermes pour les différentes latitudes. Enfin, la paléontologie est appelée au secours pour la détermination de la place des isothermes pour différentes formations dans différents pays. Ainsi, à l'époque erratique, il y a dû avoir un grand changement dans la courbe des isothermes pour certaines parties des deux zones tempérées.

Une autre question m'a aussi occupé, savoir, celle des *aérolithes* qu'on ne trouve pas au delà des alluvions anciennes, de telle sorte que leur commencement coïnciderait avec la formation des plus grandes alluvions connues et avec le phénomène erratique. Je montre, d'une autre part, la probabilité des grands changements arrivés à l'époque alluviale ancienne dans les régions polaires, par exemple, l'ouverture du détroit de Behring, la séparation plus complète de la Scandinavie d'avec les îles Ecossaises, le Groënland, le Spitzberg, etc.

Le *phénomène erratique* est caractérisé par ses limites depuis les

deux pôles jusqu'à une certaine latitude, et dans certaines grandes et petites chaînes de montagnes. Depuis le pôle sud, on le trouve jusqu'au 41° 47′ latitude australe, et depuis le pôle nord en Europe jusqu'au 55° lat. N, et en Amérique jusqu'au 38° au moins, ce qui est en rapport encore avec la différente courbure des isothermes. Le phénomène erratique me semble résulter (sans hypothèses contre nature) de quatre faits : 1° de l'existence actuelle des glaciers; 2° des glaces polaires qui viennent flotter toutes les années dans l'Océan, précisément jusqu'aux latitudes où l'on remarque les blocs erratiques; 3° du fait des soulèvements et affaissements auxquels sont encore sujets le nord de l'Europe, le Groënland et le nord de l'Amérique; 4° du changement de température produit dans les terres par la descente des mers polaires plus au sud qu'actuellement, savoir, d'abord dans l'Europe centrale, par suite de l'affaissement de la Russie, vers la mer Blanche, dans un moment où le Pas-de-Calais était encore fermé, et les liaisons entre l'Écosse et le Groënland moins détruites qu'actuellement, de manière que l'action thermométrique du grand courant atlantique était arrêtée au moins en partie; ensuite dans l'Amérique septentrionale, par l'affaissement du pays au N.-O. des grands lacs. Je m'appuie sur les dépressions produites à cette époque, savoir : la Baltique, ses terrains démantelés, le N. de l'Allemagne nivelé, en Amérique le grand nombre de baies et de grands lacs produits : voilà de bonnes preuves de dépression. L'Europe a été non seulement soulevée alors dans les Alpes, mais tout ce continent a été *bombé;* or qui dit soulèvement accorde des affaissements. Le bombement a porté beaucoup de bassins tertiaires à leur élévation actuelle. Il y a eu formation de dépressions, d'abord le long des Alpes soulevées, puis aussi le long du bombement continental au nord (Baltique, grands lacs d'Amérique, etc.). D'une autre part, la descente des mers polaires vers le sud a changé le climat tellement, que les Alpes, la Scandinavie, et même certaines autres petites chaînes ont pu voir se former des glaciers plus ou moins grands : ce qui, joint aux radeaux des glaces flottantes, serait, suivant les localités, la source de la dissémination des blocs erratiques et des phénomènes concomitants. Or une cause qui a dû augmenter alors beaucoup ces débris, ce sont les soulèvements, déchirements, affaissements qui ont précédé cette époque, laquelle n'a point été de *courte* durée, mais *très longue, graduelle dans son développement* et *graduelle dans sa disparition*. On voit que tout ce que M. Charpentier a dit conviendrait à mes vues, sans leur être tout à fait nécessaire; seulement ce géologue fait refroidir le nord

par le sud, et moi, le sud par le nord, comme aujourd'hui. Le gisement local de restes marins fossiles dans le phénomène erratique, la disparition graduelle d'animaux terrestres, tout cela s'explique très bien d'après mon hypothèse. La théorie d'une époque alluviale ancienne, où une partie des deux zones tempérées a pu jouir d'une température moindre qu'à présent, quoique auparavant il fît plus chaud, n'est point un rêve, mais une *possibilité physique*, aussi rationnelle que le serait peu l'hypothèse d'une calotte de glace générale. Il ne s'agirait donc plus, pour moi, que de bien distinguer, s'il est possible, les cas où le transport a été purement un charriage de glaciers, de ceux où les blocs et les alluvions ne sont provenus que des radeaux de glace ou de ceux où les eaux salées ou douces ont remanié de tels dépôts. Pour le cas particulier de la Suisse, il me paraîtrait qu'on n'a pas encore bien défini le temps de la formation des grands lacs de ce pays.

Une troisième question pour la solution de laquelle j'ai rassemblé des matériaux, c'est celle des *rivages délaissés* que je poursuis autant que possible jusqu'à la cime des montagnes, et jusque dans les terrains anciens. Pour le moment, les rivages délaissés alluviaux sont les plus évidents; il nous manque encore les cartes nécessaires de toute la terre par tranches hypsométriques, comme l'essai de Dupin Triel pour la France, ou celui de Thurmann sur le Jura (*Statistique végétale*, 1849). Néanmoins je prouve qu'on peut trouver les rivages correspondants dans beaucoup de cas, malgré les différents soulèvements et affaissements éprouvés par les différents rivages. Un des faits les plus évidents, c'est que les rivages n'ont pas joué sans cause régulière; mais que les grandes causes telluriques, en bombant petit à petit des portions de la croûte rigide, ou en en abaissant d'autres, ont bien plutôt produit des arcs de cercle convexes ou concaves. Aucune étude ne prouve mieux combien les géologues ont raison de ne voir dans ces phénomènes que des mouvements lents, répétés à l'infini, et non point de ces coups de théâtre brusques et rapides. Ainsi, après être parti d'un étang, d'un lac, je montre les terrasses entourant la mer Noire, la mer de Marmara, l'Adriatique, la Méditerranée, la Baltique, et j'arrive enfin à la mer du Nord, l'Atlantique et la Pacifique. Je m'efforce de prouver que, dans les mers fermées, le cas possible des ruptures subites y a produit en apparence des rivages quelquefois plus espacés les uns des autres, ce qui n'est pas le cas dans les océans. Je trouve dans les mers intérieures bien plus aisément des correspondances. Pour l'océan Atlantique, j'ai déjà 25 terrasses

correspondantes sur ses deux rives. Une fois que les variations des niveaux entre les terres et les mers sont reconnues produites par des lois telluriques dépendant de l'intérieur de notre planète, on peut se demander si l'on ne pourrait pas par l'observation des terrasses arriver à la correspondance de ces lois, et ici on peut négliger les cas où les changements de niveau auraient été de si peu de durée et de si peu d'importance, qu'elles n'auraient pas laissé de traces. En ne s'occupant que des grandes variations à vestiges bien reconnaissables, on arrive déjà à reconnaître, dans la série des 25 terrasses atlantiques, une série de nombres offrant un ordre particulier comme 5, 10, 20, 30, etc. Tout est mathématique dans la nature, et si les espèces de coquilles, les organes des végétaux présentent leurs lois mathématiques, le monde inorganique tout entier doit se trouver dans le même cas. Je crois que je n'ai pas besoin de détailler mon mode de correspondance, car il consiste simplement à voir si dans une série de terrasses dont les hauteurs seraient connues il y a des parties correspondantes. En trouve-t-on plusieurs, on en peut déduire une correspondance, quoique l'une ou l'autre ait éprouvé des mouvements surnuméraires de soulèvement ou d'abaissement. Voilà une partie de ma *paléohydrographie*, laquelle comprend encore d'autres points, tels que la formation des dépôts de deltas ou d'embouchures de fleuves dans les diverses époques géologiques. Après avoir quelque peu approfondi ce sujet, j'expose aussi mes idées sur la distribution géographique et géologique des animaux marins, en appliquant le connu à l'inconnu, c'est-à-dire, à ce qui nous a précédés dans le temps. Il me semble que beaucoup de points obscurs de la distribution paléontologique s'expliquent ainsi, surtout quand on considère dans son tout la faune de chaque grande époque géologique, époques qui se réduisent à huit tout au plus. Il ne s'agit ici que de ne pas se perdre dans les détails minutieux.

La *paléochimie* m'a également occupé : de même que la physique et la météorologie des premiers âges, elle a eu aussi ses conditions, ses intégrales, mais la portée de la vue des divers chimistes diffère à l'infini. Il y a des chimistes pour qui le monde est tout entier dans leur laboratoire; rien n'échappe à leur investigation; toutes les substances, depuis *a* jusqu'à *z*, y sont examinées et combinées de toutes les manières possibles. Il y en a d'autres, moins nombreux, qui suffoquent entre leurs quatre murailles, et qui s'inquiètent de savoir si toutes leurs découvertes se retrouvent dans le monde inorganique et organique. Écoutons parmi ces derniers

ceux qui ont de la logique, du talent, et qui savent observer la nature; négligeons ceux qui ne connaissent des sciences naturelles et de la géologie que les notions scolaires.

M. Deville communique la note suivante de M. Daubrée :

Recherches sur la production artificielle de quelques espèces minérales cristallines, particulièrement de l'oxyde d'étain, de l'oxyde de titane et du quartz. Observations sur l'origine des filons titanifères des Alpes, par M. A. Daubrée.

La première partie du mémoire dont j'ai l'honneur de présenter un exemplaire à la Société contient le résultat des expériences par lesquelles j'ai obtenu l'oxyde d'étain et l'oxyde de titane sous forme de cristaux ; dans la seconde partie, en m'appuyant sur ces expériences, je cherche à expliquer la formation des filons titanifères des Alpes.

I. *Production des oxydes d'étain, de titane et de l'acide silicique, sous forme cristalline.*

Dans un mémoire auquel l'Académie des sciences a bien voulu accorder son approbation en 1841, j'ai montré que les fluorures paraissent avoir joué un rôle générateur dans la formation des amas stannifères.

Outre l'étain oxydé, ces amas sont susceptibles de contenir généralement le quartz libre, des silicates fluorés, tels que le mica, le lépidolite, la topaze, des silicates borés, comme la tourmaline et l'axinite, et souvent aussi l'apatite, qui est un fluo-phosphate. Les principales circonstances du gisement et de la composition des veines stannifères se trouvent expliquées, si l'on admet que des vapeurs de fluorure d'étain, de fluorure de silicium, de fluorure de bore, de fluorure de phosphore, arrivant des profondeurs, ont subi à une température élevée des décompositions sous l'influence de la vapeur d'eau et des roches encaissantes. De cette élaboration, dont les fluorures auraient formé comme le germe, sont résultés probablement les amas stannifères.

Cette idée, qui a été généralement admise par les géologues (1),

(1) Élie de Beaumont, *Note sur les émanations volcaniques et*

lorsqu'elle était seulement appuyée par une série d'observations relatives à la structure et à la composition des amas stannifères, se trouve maintenant confirmée par l'expérience directe ; car, en imitant le procédé de la nature que j'ai signalé, j'obtiens l'oxyde d'étain cristallisé : seulement, au lieu d'opérer sur le fluorure, dont la préparation exige des appareils qui ne sont pas à ma disposition, je me suis servi du chlorure. La grande analogie des fluorures et des chlorures permet d'étendre les résultats obtenus sur ces derniers aux fluorures correspondants.

Le procédé consiste simplement à faire arriver dans un tube de porcelaine chauffé au rouge deux courants, l'un de perchlorure d'étain, l'autre de vapeur d'eau. L'acide stannique, qui résulte de la décomposition mutuelle des deux vapeurs, se dépose en petits cristaux qui tapissent l'entrée du tube de porcelaine. En amenant le perchlorure d'étain dissous dans un courant d'acide carbonique sec, au lieu de vaporiser ce premier corps par la seule action de la chaleur, on obtient des cristaux plus volumineux.

Les cristaux d'oxyde d'étain ainsi obtenus sont, pour la plupart, incolores, doués de l'éclat de diamant propre aux cristaux naturels, et assez durs pour rayer le verre avec facilité. Quoique très petits, ils ont des faces et des arêtes parfaitement nettes. Ce sont des prismes rhomboïdaux droits, toujours très aplatis, suivant l'une des dimensions horizontales, par deux faces de troncature verticales. Les bases du prisme primitif n'existent plus ; chacune de ces bases est remplacée par une partie de biseaux symétriquement placés. Les angles du pointement extrême de ces cristaux, les seuls que la petitesse des faces permette de mesurer au goniomètre de réflexion, sont respectivement de 133 et de 89 degrés. Dérivant du prisme rhomboïdal droit, ces cristaux n'appartiennent pas au même système cristallin que l'oxyde d'étain naturel, qui se rapporte à l'octaèdre à base carrée. L'oxyde d'étain constitue par conséquent un nouvel exemple de dimorphisme. Par leur système cristallin, par leurs modifications et par leur physionomie, les cristaux rhomboïdaux d'oxyde d'étain présentent la plus grande ressemblance avec ceux de la *brookite*, qui est l'une des trois espèces naturelles d'acide titanique. De même que les cristaux de brookite, les cristaux d'étain présentent des stries longitudinales parallèles aux arêtes radicales du prisme primitif. Ce qui complète la similitude, c'est que l'angle des deux faces du biseau, qui est

---

métallifères. (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. IV, p. 1249.)

de 133 degrés dans l'oxyde d'étain rhomboïdal, correspond à l'angle (e^3 sur e^3) de la brookite, qui, d'après Levy, est de 134 degrés. Ainsi l'étain oxydé rhomboïdal, obtenu artificiellement, est isomorphe avec la brookite.

Depuis longtemps on a reconnu que l'oxyde d'étain de la nature est isomorphe avec le rutile. Les résultats qui viennent d'être consignés apprennent, en outre, que les deux formes primitives de l'acide stannique correspondent exactement à deux des formes de l'acide titanique. Cet isodimorphisme fournit un nouvel exemple remarquable de la relation géométrique qui unit les deux formes primitives d'un corps dimorphe. La densité de l'oxyde d'étain rhombique, qui est de 6,72, est inférieure à celle de l'étain oxydé tétragonal. Il en est de même de la densité de la brookite comparée à celle du rutile. Dans les deux substances isodimorphes dont il s'agit, la forme du prisme carré correspond donc à une agrégation moléculaire plus dense que la forme du prisme rhomboïdal droit.

De ce que l'oxyde d'étain obtenu par l'action de la vapeur d'eau sur la vapeur de perchlorure d'étain n'a pas la même forme cristalline que l'oxyde d'étain naturel, on ne doit pas conclure que ces deux systèmes cristallins correspondent à des modes de génération très distincts l'un de l'autre; car, dans l'Orient et en Suisse, les mêmes veines et quelquefois les mêmes échantillons renferment au moins deux des espèces d'acide titanique, l'anatase et la brookite. Des circonstances très voisines l'une de l'autre peuvent donc amener le changement d'équilibre moléculaire que décèlent les deux formes de l'acide titanique.

L'étain concrétionné, dit *étain de bois*, que l'on trouve en Cornouailles et au Mexique, ne se rencontre en général que dans les alluvions, et paraît résulter de la destruction de la région supérieure du *chapeau* des gîtes; cette variété amorphe d'oxyde d'étain s'est par conséquent déposée près des affleurements, là où la vapeur était sans doute déjà condensée par l'abaissement de température dû au voisinage de l'atmosphère. L'étain concrétionné est représenté, dans les expériences exposées plus haut, par les croûtes d'oxyde d'étain amorphes qui se déposent dans le prolongement du tube de porcelaine.

La vapeur de perchlorure de titane, traitée par les deux procédés auxquels on a soumis le perchlorure d'étain, fournit aussi de l'acide titanique en petits mamelons hérissés de pointements cristallins parfaitement nets, mais de dimensions microscopiques; ces petits cristaux paraissent avoir la même forme que l'acide stan-

nique cristallisé artificiellement, et, par conséquent, que la brookite.

Le chlorure silicique et le fluorure silicique ont été traités d'après les mêmes procédés; l'emploi du tube de porcelaine ne donnant pas de résultats tout à fait satisfaisants, j'ai successivement réitéré la décomposition des deux vapeurs dans une cornue en terre et dans un creuset, qui étaient l'un et l'autre chauffés au rouge blanc. Dans deux de ces expériences, je suis parvenu à obtenir, avec le chlorure silicique, un dépôt de silice, à cassure vitreuse, dont la surface mamelonnée présente çà et là des faces cristallines très petites, parmi lesquelles on remarque des faces triangulaires comme celles du quartz. La cristallisation du quartz est beaucoup plus difficile que celle de l'acide titanique, et surtout que celle de l'oxyde d'étain.

Dans les expériences qui viennent d'être citées, le tube de porcelaine était chauffé au rouge blanc; mais c'est vers l'extrémité du tube où arrivaient les deux vapeurs, et dans la partie extérieure du fourneau, que l'acide stannique, l'acide titanique et l'acide silicique se sont déposés en cristaux. La température de cette partie du tube n'était pas supérieure à 300 degrés.

En opérant la décomposition à une température rouge, on obtient encore l'oxyde d'étain en cristaux parfaitement nets, et sous la même forme cristalline que dans l'expérience précédente.

Une partie des cristaux que j'ai obtenus sont colorés en diverses nuances de rouge cochenille et de rouge brun, de manière à rappeler les teintes du rutile et de l'oxyde d'étain naturel. Cette coloration paraît due à la présence de l'oxyde ferrique, parce que le chlorure de fer qui se trouve mélangé en faible quantité au chlorure d'étain est vaporisé en même temps que ce dernier.

Par un procédé semblable, on peut obtenir aussi sous forme cristalline l'oxyde rouge de manganèse, c'est-à-dire la hausmannite. Une nacelle de platine contenant du chlorure de manganèse est placée dans un tube de porcelaine chauffé au rouge naissant, dans lequel on fait passer la vapeur d'eau. Après la décomposition complète, la feuille de platine est tapissée de petits cristaux noirs très brillants, terminés sous forme d'octaèdre aigu à base carrée, ayant une poussière brun rouge, et possédant les caractères de la hausmannite.

II. *De l'origine des filons titanifères des Alpes.*

Les montagnes du Saint-Gothard et de l'Oisans sont connues

par les beaux cristaux de rutile, d'anatase et de brookite qu'elles produisent.

Les minéraux qui composent ces filons sont venus tapisser des fissures préexistantes, de même qu'il est arrivé pour les filons métallifères proprement dits. Les allures des filons titanifères du Saint-Gothard et de l'Oisans rappellent, à plusieurs égards, certains petits filons stannifères qui, ainsi que je l'ai montré ailleurs, sont postérieurs aussi à la roche qui les renferme. Cependant ces filons se fondent souvent intimement dans la roche encaissante. La pénétration mutuelle des cristaux de rutile, jusque *dans l'intérieur* de cristaux de fer oligiste et de cristaux de quartz, montre que dans les petits filons du Saint-Gothard ces trois minéraux ont été précipités, si ce n'est tout à fait simultanément, au moins dans les mêmes conditions.

Or, par son vif éclat et par sa forme cristalline, le fer oligiste de ces filons rappelle immédiatement le fer spéculaire des volcans. Ce dernier étant dû à la décomposition du chlorure de fer par la vapeur d'eau, ainsi que l'ont montré Gay-Lussac et M. Mitscherlich, on est porté à attribuer une origine semblable au fer oligiste des filons titanifères. Cette première présomption se confirme, si l'on remarque que, d'après les expériences que j'ai exposées plus haut, l'acide titanique, qui ne s'obtient qu'à l'état amorphe par les autres procédés jusqu'à présent connus, se dépose en cristaux dans les mêmes circonstances que le fer oligiste, c'est-à-dire, quand on décompose le perchlorure de titane par la vapeur d'eau à une température élevée. Enfin le chlorure silicique, soumis aussi à chaud à la vapeur d'eau, donne du quartz cristallin.

On est ainsi triplement amené à conclure que les minéraux des filons titanifères dont il s'agit, savoir : les acides titanique, silicique et l'oxyde ferrique, résultent de la décomposition de leurs chlorures ou fluorures respectifs par la vapeur d'eau.

Le chlore n'a pas été fixé sous forme de composé insoluble et stable dans le voisinage du fer oligiste des volcans qu'il a produit ; il a disparu sans laisser de traces, ainsi qu'il est arrivé à la plupart des composés très solubles ou très volatils, qui ont servi d'intermédiaires à la formation des espèces minérales. Aussi, si l'on n'avait étudié que les parties des émanations volcaniques qui ont pu traverser des siècles sans être dissoutes et emportées par l'action de l'eau, c'est-à-dire, si l'on n'avait pas observé l'abondant dégagement de chlorures solubles dont une partie vient former des croûtes superficielles dans une position semblable à celle du fer oligiste, on serait sans doute encore, relativement à l'origine du fer spécu-

laire, tout aussi incertain qu'on l'a été jusqu'à présent sur le mode de précipitation des oxydes de titane et du quartz qui accompagne ces oxydes, et qu'on l'a été longtemps sur la formation des amas stannifères. On ignorerait même que de ces orifices naturels, d'où se sont souvent exhalées d'énormes quantités de chlorures et d'acide chlorhydrique, il est jamais sorti des composés quelconques du chlore, puisque ce dernier radical n'a laissé aucun résidu stable.

Cependant, plus heureux que pour les dépôts de fer oligiste des volcans, nous trouvons encore dans les petits filons titanifères des Alpes divers vestiges du radical générateur. En effet, dans le massif du Saint-Gothard et dans l'Oisans, en même temps que les trois espèces d'acide titanique, le rutile, l'anatase et la brookite, il s'est déposé dans les mêmes fissures, ou dans les fissures voisines, des fluorures (le spath fluor qui est fréquent), des silicates fluorés (mica riche en fluor), des fluophosphates (apatite), enfin des silicates borés (l'axinite, la tourmaline); ces derniers composés, ainsi que je l'ai montré à l'occasion des amas stannifères, sont comme un produit complémentaire des silicates fluorés. L'apatite du Saint-Gothard renferme 0,002 d'acide hydrochlorique, ce qui montre que le chlore n'était pas complétement absent lors du remplissage de ces petits filons.

D'ailleurs, la présence de silicates hydratés cristallisés, comme la chlorite et diverses espèces de zéolites, sert à constater que l'eau est aussi intervenue dans le remplissage des filons titanifères.

En résumé, nous arrivons par des preuves de nature différente, tant d'après l'étude des gisements que par l'expérience directe, à conclure que le rutile, l'anatase, la brookite, le fer oligiste, et, au moins en partie, le quartz que renferment les petits filons du Saint-Gothard et de l'Oisans, ont été formés par la décomposition des fluorures de titane, de silicium, de fer, auxquels se trouvaient associés des fluorures de bore et de phosphore, et probablement aussi des chlorures des mêmes corps. De ces divers composés, qui sont volatils et indécomposables par la chaleur seule, mais qui, sous la pression atmosphérique ordinaire, sont immédiatement décomposés par la vapeur d'eau, il est résulté des substances fixes qui tapissent aujourd'hui les filons titanifères.

Dans beaucoup d'autres régions des Alpes on trouve des filons titanifères semblables à ceux du Saint-Gothard et de l'Oisans; les échantillons provenant de Saint-Funders, en Tyrol, sont tout à fait identiques avec ceux de cette dernière contrée. Depuis l'Oisans et le Mont-Blanc jusqu'à l'extrémité des Alpes autrichiennes, au delà

de Marbourg et de Cilli, sur près de 80 myriamètres de longueur, la chaîne des Alpes est sillonnée par des filons dans lesquels le rutile est associé au quartz hyalin.

Quelques autres gisements des oxydes de titane se rapprochent de celui des Alpes, entre autres celui des amas stannifères de Schlachenwald et de Schœnfeld en Bohême, qui contiennent le spath fluor et l'apatite. Au Brésil, à Capao-do-Lane et à Boa-Vista, le rutile est accompagné de quartz, de fer oligiste et de topaze, c'est-à-dire que dans cet autre hémisphère le rutile est accompagné, comme dans les Alpes, de quartz, de fer oligiste et de silicates fluorés. L'anatase, qui s'est déposé avec de petits cristaux de quartz dans les fissures du schiste modifié de Hof, en Bavière, paraît aussi devoir se rapprocher par son origine de l'anatase de l'Oisans.

Du reste, le fluorure de titane, dont nous trouvons des résidus à peu près certains dans divers gisements, n'a pas toujours été décomposé. La warwickite, qui est un fluorure double de titane et de fer, se trouve dans un calcaire grenu à Warwick, dans l'État de New-York; le fluorure, après avoir pénétré dans le calcaire, a sans doute été soustrait à l'action de la vapeur d'eau, ou à l'agent qui l'a décomposé presque partout ailleurs. L'érémite, décrite par M. Ch. Upham Shepard (1), qui se trouve dans le granite albitique de Watertown, au Connecticut, avec de la tourmaline, paraît être aussi un fluo-titanate.

Déjà l'étude des amas de minerai d'étain nous avait conduit à reconnaître dans ces gîtes une intervention originelle des fluorures et des chlorures. Les deux conclusions semblables auxquelles nous sommes amené par l'étude de contrées et de gîtes tout à fait différents se corroborent mutuellement, car les chlorures et les fluorures de titane et d'étain ont la plus grande ressemblance.

En résumé, les amas de titane et d'étain, qui, par la fixité de leurs principaux minéraux, semblent éloigner toute idée de sublimation, sont cependant tout à fait comparables aux dépôts de chlorures volatils qui se dégagent aujourd'hui des bouches volcaniques. Ainsi se trouve vérifiée par un nouveau cas l'assimilation établie par M. Élie de Beaumont (2), entre les gîtes métallifères et les émanations volcaniques à la manière du *sel ammoniac*. De même qu'aujourd'hui il se sublime autour des orifices volcaniques des

(1) *Silliman's American Journal*, t. XXXII, p. 341.

(2) *Note sur les émanations volcaniques et métallifères*. (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. IV, p. 1249.)

chlorures dont les uns, comme les chlorures ammonique et sodique, se déposent sans altération, dont d'autres, comme le chlorure de fer, sont décomposés par la vapeur d'eau; de même aussi dans les anciennes périodes il s'est dégagé de certaines fissures des fluorures de nature variée, de la décomposition desquels nous trouvons tous les résidus. Du reste, l'apatite se trouvant dans les produits volcaniques modernes, on voit que les sources de fluorure ne sont pas complétement taries.

Comme autre rapprochement avec les phénomènes actuels, observons que l'un des centres de ces fumaroles fluorifères, celui de l'Oisans, si connu par les minéraux qu'il renferme, est précisément au milieu d'un cratère de soulèvement (1). En parlant de substances gazeuses qui ont dû se dégager au moment où les masses de gneiss ont été redressées, M. Élie de Beaumont dit que les gaz et vapeurs se sont problablement fait jour vers le centre du cirque, plutôt que sur les bords du système qui est entouré, presque de toutes parts, de couches secondaires non altérées.

Les petits dépôts de fer oligiste qui accompagnent les oxydes de titane presque partout, ceux qui sont souvent associés aux gîtes d'étain, par exemple à Altenberg en Saxe, et dans la paroisse de Saint-Justin en Cornouailles, établissent un rapprochement entre les gîtes de titane et d'étain et certains amas plus volumineux de fer oligiste qui paraissent dus aussi à la décomposition du chlorure ou du fluorure de fer; c'est d'ailleurs une conséquence à laquelle conduit la ressemblance de ces minerais avec le fer spéculaire des volcans. En décomposant le perchlorure de fer par la vapeur d'eau, dans un tube de porcelaine, j'ai obtenu du fer oligiste en morceaux confusément cristallins qui ressemblent, à s'y méprendre, à certaines variétés de minerai de l'amas de Framont. Il est très probable que beaucoup des gîtes de fer oligiste qui, dans différentes contrées, avoisinent les granites, les porphyres et d'autres roches éruptives, sont dus à des sublimations comparables à celles des volcans. Tel est peut-être le cas, par exemple, pour les amas de Framont et de l'île d'Elbe, et aussi pour les petits filons de fer oligiste avec quartz cristallisé qui sont encaissés, soit dans le granite, comme au Bresoir, dans les Vosges, soit dans le porphyre feldspathique quartzifère, comme au Champ-du-Feu.

La formation des filons d'oxyde de titane et des amas stannifères, telle que je l'ai démontrée, jette du jour sur plusieurs faits

(1) Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans.* (*Annales des mines*, 3e série, t. V, p. 34.)

relatifs au métamorphisme des roches. On voit, en effet, comment les minéraux les plus fixes, tels que le quartz, l'oxyde d'étain, l'acide titanique, doivent souvent leur existence à des composés très volatils ; ces éléments volatils ont dû non seulement pénétrer dans les fissures qui leur étaient ouvertes, mais aussi imprégner des massifs entiers de roches ; car il est peu de roches qui soient complétement imperméables aux gaz.

Ce dernier fait est important à considérer dans l'histoire du métamorphisme. Aujourd'hui que le fluor se trouve pétrifié dans des combinaisons neutres, comme le mica, où ses propriétés énergiques sont en quelque sorte rendues latentes, il passe inaperçu ; mais ce radical est tellement répandu dans les roches granitiques et dans un grand nombre de roches schisteuses cristallines, que son rôle n'a certainement pas été réduit aux étroites limites des gîtes d'étain et de titane. Il a dû contribuer à la formation de beaucoup de massifs de roches schisteuses métamorphiques qui forment comme l'auréole du granite. On peut croire, par exemple, d'après ce qui vient d'être dit sur les gîtes de fer oligiste, que les roches quartzeuses aurifères du Brésil doivent le fer oligiste dont elles sont si abondamment chargées sur quelques points à l'arrivée du chlorure ou du fluorure de fer ; l'or aurait donc été apporté à un état semblable ?

Au Saint-Gothard, dans l'Oisans et au Brésil, où les gîtes de titane sont renfermés dans des roches métamorphiques, il est probable que la formation de ces gîtes est en connexion avec les phénomènes qui ont opéré le métamorphisme des roches encaissantes, d'autant plus que dans les deux premières contrées au moins, les filons titanifères sont à proximité de roches riches en fluor (1).

Dans l'art de la teinture, on fixe l'acide stannique, en appliquant sur le tissu le chlorure d'étain, puis en passant le tissu à la vapeur d'eau ; cette fixation industrielle de l'acide stannique à chaud, par double décomposition, n'est qu'une variante du procédé souvent employé par la nature, soit pour remplir certaines classes de filons, soit pour faire pénétrer différents corps intimement dans les roches, au moyen des vapeurs de fluorures et de chlorures, puis pour *fixer* ces corps sous forme de composés tout à fait stables, souvent non volatils et infusibles. Les oxydes d'étain, de titane, le fer oligiste, le quartz et beaucoup d'autres minéraux sont le produit d'une *dualité d'action* qui se manifeste partout

(1) D'après l'analyse de M. Delesse, le mica de la protogine du Mont-Blanc renferme 1,58 pour 100 de fluor.

dans les reproductions du monde organique, mais dont on a aussi de très nombreux exemples dans la formation de la croûte terrestre, entre autres dans la formation des minéraux des filons métallifères.

Le secrétaire donne lecture du mémoire suivant, adressé par M. Durocher.

Remarques au sujet de la nouvelle note de M. Scheerer sur l'origine du granite, par M. J. Durocher.

Dans le *Bulletin* de la séance du 18 juin 1849, qui a paru récemment, M. Scheerer a tâché de réfuter les objections que j'ai faites (*Bulletin* du 7 juin 1847, 2e série, t. IV, p. 1018) à sa théorie sur l'origine du granite, et en même temps il cherche à prouver l'insuffisance de la théorie que j'ai moi-même proposée sur ce sujet. Sans entrer dans de longs détails, je vais montrer que la réfutation de M. Scheerer n'est point concluante ; j'ai aussi à rectifier diverses opinions qu'il m'attribue, et que je semblerais accepter par mon silence. Suivons pas à pas l'argumentation de ce savant minéralogiste, en nous abstenant de reproduire les points de théorie sur lesquels M. Scheerer et moi sommes d'accord.

1° Comme il m'a paru peu probable que la silice ait une surfusion de près de 1000 degrés, M. Scheerer me reproche de me contredire en supposant ensuite que la silice est restée plastique à une température de 1500 degrés, au moment où le feldspath cristallisait. En me faisant un tel reproche, M. Scheerer confond deux phénomènes fort différents, celui de la surfusion et celui de la viscosité. En vertu du premier, une substance peut conserver sa parfaite liquidité à une température inférieure de plusieurs degrés à son point de fusion : en vertu du second, des substances diverses, chauffées jusqu'à leur liquéfaction, puis abandonnées à un refroidissement spontané dans les mêmes circonstances, mettent des temps fort inégaux à se solidifier ; celles qui tendent à cristalliser deviennent solides les premières ; celles qui constituent des masses amorphes restent longtemps dans un état plastique, analogue à celui de la poix, et intermédiaire entre l'état liquide et l'état solide. L'eau, par exemple, possède la surfusion, sans être douée de viscosité ; la silice, au contraire, possède à un très haut degré la viscosité, puisqu'on peut l'étirer en fils, comme le verre artificiel, à une température inférieure au rouge. Voilà, suivant moi, l'un des

faits capitaux dont il est nécessaire de tenir compte pour comprendre le mystère de la formation du granite, et M. Scheerer en fait complétement abstraction. Le quartz, le feldspath et le mica ont pu, étant unis ensemble, être amenés sans perdre l'état pâteux, comme je l'ai expliqué (1), et comme l'admet aussi M. Scheerer, jusqu'à une température égale ou peut-être même inférieure au point de fusion du feldspath; puis, au moment où a eu lieu le départ entre les divers éléments, se sont développées les forces de cristallisation qui ont déterminé une solidification rapide du feldspath et du mica, tandis que la silice, restant visqueuse, a exigé beaucoup plus de temps pour passer à l'état solide, et, à raison de sa plasticité, a pu prendre l'empreinte des prismes du feldspath et des tables du mica. Ce phénomène, anomal en apparence, provient de ce que les molécules de certaines substances, quand elles ont été désunies par la fusion, sous l'influence de la chaleur, ont, lors même que cette chaleur a considérablement diminué, besoin d'un certain temps pour perdre leur complète mobilité, et se grouper en contractant ce mode d'agrégation stable qui constitue l'état solide.

2° M. Scheerer doute *que le temps écoulé entre la cristallisation des silicates et la solidification de la silice ait été très court.* Cette objection est, je le reconnais, plus réelle que la précédente. Si, en effet, on pouvait démontrer que, dans la plupart des cas, il s'est écoulé un très long espace de temps entre les moments où a eu lieu la cristallisation des divers éléments du granite, je serais tout prêt à reconnaître l'insuffisance de l'explication que j'ai proposée. Mais l'examen approfondi des roches granitiques m'a convaincu, et je l'ai démontré jusqu'à l'évidence dans mes précédents mémoires déjà cités, que, pour la plupart des granites, sinon pour tous, la solidification des trois éléments, feldspathique, quartzeux et micacé, a eu lieu presque simultanément et dans un laps de temps qui ne paraît pas avoir été fort long. Je sais qu'il est certains cas où il a pu en arriver autrement; mais j'ai eu soin de faire observer (*Bulletin de la Société géologique*, t. IV, p. 1022 et 1025) que, dans certaines circonstances, des actions spéciales, des forces particulières, telles que l'électricité, ont pu prolonger la durée de la viscosité de la silice, ou bien déterminer les divers éléments à s'isoler et à cristalliser dans un ordre indépendant de leurs fusibilités relatives.

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XX, p. 1278; et *Bulletin de la Soc. géol.*, 2e série, t. IV, p. 1020.

D'ailleurs, je ne considère pas la présence de grands cristaux dans une masse qui a été en fusion comme la preuve certaine d'une solidification très lente. On sait que, dans l'évaporation de solutions concentrées, il faut attendre un certain temps pour obtenir des cristaux volumineux, qui sont le résultat de la superposition d'un grand nombre de petits cristaux. Mais, dans le refroidissement d'une masse liquéfiée sous l'action de la chaleur, les choses ne se passent pas généralement ainsi. Rappelons d'abord que, quand on fond dans un creuset des substances métalliques, du bismuth par exemple, ou bien des sulfures, des arséniures, on peut obtenir des cristaux de grandes dimensions, qui prennent naissance en un temps assez court, et au dedans desquels on remarque des cristaux plus petits. L'observation des masses plutoniques à grandes parties m'a convaincu qu'en général les gros cristaux ne s'y sont pas formés par la superposition de cristaux plus petits, mais qu'au milieu du magma divers minéraux ont pris en s'isolant la forme de polyèdres volumineux, et se sont solidifiés à leur périphérie, pendant que la portion intérieure était fluide, n'ayant point encore éprouvé une séparation complète de ses principes élémentaires. En effet, si l'on brise ces grands cristaux qui font partie des roches plutoniques, on reconnaît le plus souvent, même quand ils paraissent purs à l'extérieur, qu'au dedans ils renferment des mélanges. En général, dans les expériences où l'on se borne à faire intervenir l'action de la chaleur, action qui, dans la nature, ne se produit presque jamais seule, mais accompagnée d'autres forces dont il nous est plus difficile d'apprécier l'influence, on peut dire que la lenteur du refroidissement paraît être une condition nécessaire pour que les éléments combinés entre eux se séparent de manière à former des minéraux définis, mais que les minéraux, une fois isolés, peuvent prendre la forme de grands cristaux, sans avoir besoin de satisfaire à la condition d'une solidification très lente.

3° M. Scheerer objecte la présence de sulfures et sulfarséniures métalliques qui ont cristallisé au milieu de minéraux beaucoup moins fusibles, de quartz, de feldspath, etc. ; mais il suppose que ces cristaux s'y sont formés par voie de fusion, ce qui n'est nullement démontré. Il m'est facile de prouver que des cristaux très réguliers ont pu se former au milieu de masses qui certainement n'étaient point à l'état de fusion, qu'ils ont pu acquérir malgré cet obstacle apparent des faces planes et des arêtes fort nettes : je n'ai qu'à citer les cristaux de macles contenus dans les schistes de l'étang des Salles, près de Pontivy, qui n'ont point été liquéfiés ; car on

distingue encore dans la roche des strates à surface plane, et l'on y observe même des empreintes de Trilobites.

Je mentionnerai encore certains calcaires métamorphiques de l'Ariége, dans lesquels des cristaux de couzéranite à arêtes vives ont pris naissance, bien que cependant la masse n'ait pu entrer en fusion ; car j'y ai trouvé, en contact même avec la couzéranite, des tests de coquilles bivalves non déformés. Ces exemples, qu'on pourrait multiplier, montrent que des minéraux ont pu cristalliser régulièrement et de façon à être enveloppés par la masse adjacente, sans que celle-ci ait été à l'état de fusion. Ces faits ne sont pas beaucoup plus extraordinaires que les changements de forme qu'éprouve l'arragonite sous l'influence d'une faible chaleur. Les cristallisations opérées au sein de masses solides sont le résultat de déplacements moléculaires qui ne se produisent pas dans les circonstances ordinaires, mais qui ont lieu dès que se trouvent réalisées les conditions qui permettent de se développer aux forces de cristallisation ou d'affinité. Ainsi, je puis rappeler ici que, dans un long travail présenté récemment à l'Académie des sciences par M. Malaguti et moi (séance du 10 décembre 1849), nous avons fait réagir les uns sur les autres des corps solides, et nous avons fourni des preuves nombreuses de la fausseté de cet ancien adage : *Corpora non agunt, nisi soluta.*

4° M. Scheerer a objecté aussi contre l'origine pyrogénique du granite que les terrains volcaniques ne contiennent pas de quartz libre ; j'ai déjà répondu en citant les trachytes. M. Scheerer, sentant que cette réponse est décisive, cherche à révoquer le fait en doute, et dit (p. 649 du *Bulletin*) *qu'il n'est pas commun ni suffisamment éclairci.* Mais tous les géologues qui ont l'habitude d'examiner les roches, et M. Scheerer la possède incontestablement, reconnaîtront sans peine du quartz libre dans beaucoup de trachytes. Bien plus, ne voit-on pas en Italie les trachytes passer aux granites, et les porphyres trachytiques aux porphyres quartzifères. D'ailleurs, j'ai déjà fait voir (*loc. cit.*, p. 1027) que les trachytes sont, parmi les roches volcaniques, celles qui se rapprochent le plus des granites, et qu'ils nous représentent l'anneau qui lie la série des roches plutoniques à celle des roches volcaniques. M. Scheerer demande aussi *pourquoi l'action volcanique n'a jamais pu produire de trachyte?* J'avoue qu'une telle question a lieu de m'étonner. Ne voyons-nous pas, en effet, les trachytes les mieux caractérisés constituer la plus grande partie des masses volcaniques des environs de Naples et de la chaîne des Andes?

5° Passons à la dernière objection de M. Scheerer, à celle dé-

duite de la présence dans les granites de *minéraux pyrognomiques*, c'est-à-dire, de minéraux qui, à la température du rouge sombre, dégagent de la lumière et de la chaleur en subissant de notables modifications dans leurs propriétés. J'ai fait observer à M. Scheerer que le changement éprouvé par ces minéraux, quand ils ont été ainsi chauffés, est un état anomal comparable à la trempe, et que les corps amenés à un pareil état tendent généralement à reprendre leur état normal, à revenir à un équilibre moléculaire plus stable, équilibre qu'ils conservent indéfiniment jusqu'à ce que, après les avoir calcinés de nouveau, on les refroidisse brusquement. J'en ai cité deux exemples : le soufre et l'acide arsénieux. M. Scheerer, dans sa réponse, m'oppose des considérations relatives à l'augmentation de volume qu'auraient dû éprouver les minéraux pyrognomiques, en reprenant leur état normal. Mais cette nouvelle objection est sans fondement réel ; car on comprend que les conditions de lenteur dans lesquelles s'est opéré le refroidissement des roches granitiques ne sont aucunement comparables aux circonstances dans lesquelles on effectue des expériences de laboratoire. Les changements de volume ou de densité que l'on fait éprouver à une substance par la calcination dépendent sans aucun doute de la rapidité du refroidissement. Or certains minéraux que chauffe M. Scheerer, et qui ensuite se refroidissent rapidement, éprouvent une diminution de volume de 6 pour 100. Mais quelle preuve a-t-on que les mêmes substances refroidies lentement, comme elles ont dû l'être au milieu des masses granitiques, ont dû diminuer de volume de la même quantité ; et lors même qu'il en serait ainsi, il n'en résulterait pas une difficulté insurmontable.

Après avoir montré que les objections présentées par M. Scheerer ne constituent point des preuves contre l'origine pyrogénique du granite, revenons à sa théorie, qui me paraît inadmissible. M. Scheerer me reproche d'abord de prétendre qu'on ne peut trouver l'explication de faits généraux dans l'étude des faits exceptionnels qui en dépendent : une telle prétention est bien loin de mon esprit ; seulement je maintiens qu'avant de généraliser une théorie applicable à un cas spécial, il faut démontrer la similitude des conditions essentielles du phénomène dans le cas particulier et dans le cas général : or c'est précisément cette similitude que je conteste dans la question actuelle. M. Scheerer trouve, dans certaines roches qui se rattachent au granite, des minéraux contenant une faible proportion d'eau, et il conclut que tous les granites ont dû originairement en renfermer, et que cette eau en a tenu les éléments dans un état de fusion aqueuse. Dans cette manière de

généraliser les faits, je vois une hardiesse d'imagination qui va au delà des bornes d'une conclusion scientifique. En effet, les granites proprement dits ne renferment aujourd'hui que des proportions d'eau insignifiantes, et cette eau n'y était peut-être même pas contenue originairement. Pourquoi admet-on qu'ils ont dû en renfermer beaucoup plus autrefois? C'est par une supposition basée sur des faits qui ne me paraissent pas tout à fait exacts. D'après la manière de voir de M. Scheerer, *l'eau contenue primitivement dans une masse en fusion n'a pu s'y conserver à l'état de combinaison qu'en présence d'une quantité considérable de magnésie, d'oxydes de fer et de manganèse, et en l'absence de plus fortes bases, surtout alcalines.* Parmi les silicates, ceux qui sont magnésifères paraissent avoir plus de tendance que les autres à retenir l'eau en combinaison; et moi-même j'ai déjà indiqué cette tendance il y a plusieurs années (*Annales des mines*, 4e série, t. VI, p. 451). Néanmoins l'eau se présente en combinaison avec les silicates dans des circonstances qui ne satisfont aucunement aux conditions énoncées par M. Scheerer. En effet, beaucoup de trachytes, la plupart des pierres ponces et des matières analogues qui, par leur composition, se rapprochent beaucoup des granites, contiennent plusieurs centièmes d'eau. D'ailleurs, dans les hydrosilicates zéolitiques qui renferment de grandes quantités d'eau, et en proportions atomiques, il n'y a ordinairement pas de magnésie, pas d'oxyde de manganèse, très peu d'oxyde de fer, et il s'y trouve souvent des alcalis. Plusieurs zéolites semblent, par leur composition, se rapprocher de l'un des éléments principaux du granite, à tel point que M. Deville les a envisagées comme des substances feldspathiques hydratées. Or, si l'eau s'était comportée dans la formation des granites, comme le suppose M. Scheerer, si elle était restée en combinaison jusqu'à une température inférieure au rouge, on ne voit pas pourquoi elle n'y aurait pas produit des minéraux zéolitiques, comme on en trouve dans les trapps, dans les basaltes et dans beaucoup de roches volcaniques modernes.

Dans un travail général sur la présence de l'eau dans les roches et dans leurs éléments (*Bulletin*, t. IV, p. 1036), j'ai démontré que de toutes les roches ce sont les granites qui renferment habituellement le moins d'eau. La supposition d'après laquelle ces roches en auraient contenu originairement une quantité assez notable paraît peu fondée, car nous venons de voir que si cette eau, que l'on suppose avoir existé originairement, n'y est pas restée, on ne peut attribuer sa disparition à la nature particulière de la roche. D'un autre côté, il serait inexact de prétendre que les

masses plutoniques dans lesquelles il entre de la magnésie et de l'oxyde de fer contiennent toujours de l'eau ; car l'amphibole, où l'on trouve souvent jusqu'à 25 pour 100 de magnésie, ne contient pas habituellement d'eau en quantité notable. Le diallage, qui est si riche en magnésie, en renferme parfois lui-même moins de 1 pour 100.

En outre, j'ai cité précédemment beaucoup de faits montrant que les granites sont précisément les roches dans le refroidissement desquelles l'eau paraît avoir joué le moindre rôle ; et c'est à cause de cela que dans mon premier mémoire (*Comptes rendus de l'Académie*, t. XX, p. 1275), où j'ai tâché d'en expliquer l'origine, j'ai cru ne pas devoir considérer l'eau comme un agent essentiel, vu que son intervention m'avait paru tout à fait hypothétique. Pourquoi, par exemple, ne voit-on pas dans les granites proprement dits des cavités arrondies, bulliformes, comme celles des roches volcaniques, cavités annonçant l'interposition de la vapeur d'eau au milieu d'une masse pâteuse? Pourquoi dans les granites ne trouve-t-on pas en général d'hydrosilicates, comme dans les roches volcaniques (1)?

Je n'ai jamais contesté la faculté de l'eau de dissoudre un peu de silice, surtout sous l'influence d'une haute température, et je reconnais sans difficulté que des silicates hydratés peuvent être dissous par l'eau dans de certaines conditions; mais il m'est impossible d'admettre que le quartz des granites, que des minéraux silicatés à peu près dépourvus d'eau, ayant bien peu d'affinité pour elle et y étant insolubles à la température ordinaire, comme le feldspath, le mica, l'amphibole, acquièrent à la température du rouge sombre une solubilité assez considérable pour que quatre à cinq parties d'eau puissent dissoudre quatre-vingt-seize à quatre-vingt-quinze parties du magma granitique, c'est-à-dire pour qu'une partie d'eau tienne en dissolution vingt fois son poids de silicate! car voilà où l'on est conduit par la manière de voir de M. Scheerer; aussi cette théorie d'une fusion aqueuse du granite me semble bien peu compatible avec les lois de la physique et de la chimie.

Comme, dans les phénomènes volcaniques actuels, il se dégage beaucoup d'eau, et qu'elle ne produit aucun des effets que lui at-

(1) Il est remarquable que la syénite zirconienne de la Norvège méridionale, qui renferme en certaines parties des silicates hydratés, des zéolites, tend aussi à prendre les caractères des roches volcaniques, et présente comme elles des cavités bulliformes.

tribue M. Scheerer, ce savant est forcé par les exigences de sa théorie, de supposer que les granites se sont refroidis dans des circonstances tout à fait différentes, sous une pression qui rendait difficile ou même impossible la séparation de l'eau. C'est là une hypothèse gratuite : le refroidissement de quelques masses granitiques a pu avoir lieu sous une forte pression ; mais pour les parties supérieures de beaucoup de ces masses qui forment des éminences, et qui dans bien des cas n'ont pas subi de dénudation très considérable, on ne peut admettre que leur solidification ait eu lieu sous une forte pression. Et si la principale différence entre le refroidissement des granites et celui des roches volcaniques avait consisté dans cette prétendue pression, qui aurait retenu l'eau en combinaison dans les granites, pourquoi cette eau aurait-elle ensuite disparu de presque toutes ces roches sans y laisser aucune trace de son passage, tandis qu'elle a marqué son empreinte dans les laves où elle se trouvait contenue, et qu'elle y a généralement laissé une partie de ses molécules en combinaison, soit avec la masse des laves, soit avec quelques uns des minéraux qui en font accidentellement partie.

Enfin, M. Scheerer invoque le fait que certaines masses de schiste argileux contenant de l'eau ont été transformées en gneiss ou même en roches granitiques : il serait tout à fait inutile de m'arrêter à discuter ce fait, car je ne vois pas en quoi il est incompatible avec l'origine pyrogénique du granite. Je n'ai jamais contesté que, dans des cas particuliers, des roches granitiques aient pu contenir de petites quantités d'eau, pendant qu'elles étaient en fusion ; mais nous n'avons aucune preuve qu'elle s'y soit comportée comme le suppose M. Scheerer.

Je me résume en disant que, si de l'eau a pu être contenue dans les granites pendant leur refroidissement, elle s'y trouvait en quantité beaucoup trop minime pour avoir produit une fusion aqueuse, vu que les éléments du granite ne sont pas sensiblement solubles dans l'eau et ont peu d'affinité pour elle. De plus, le refroidissement des laves actuelles n'offre aucun phénomène qui justifie la théorie de M. Scheerer, ou qui montre la probabilité de ses hypothèses. Enfin, la structure éminemment cristalline du granite, l'absence de cavités bulliformes au milieu de sa masse, l'absence ou la rareté d'hydrosilicates analogues aux zéolites, empêchent d'admettre que l'eau ait servi à les maintenir en fusion jusqu'à la température du rouge sombre.

Avant de terminer cette note, je vais ajouter quelques considérations relatives aux observations judicieuses qu'a présentées M. Élie

de Beaumont sur le même sujet, dans son remarquable mémoire sur les émanations volcaniques et métallifères. L'illustre professeur du collége de France, à la science profonde duquel je rends un juste hommage, regarde les idées que j'ai exposées sur l'origine du granite comme n'étant pas entièrement suffisantes pour expliquer le phénomène; il admet, dans une certaine mesure, l'intervention de l'eau et le concours de forces physiques autres que la chaleur. Dans mes deux précédents mémoires, j'ai considéré les granites, les porphyres quartzifères ou eurites et les pétrosilex comme des dérivations d'une même roche, et j'ai indiqué l'inégale rapidité du refroidissement comme l'une des principales causes de ces différences d'aspect et de texture cristalline : en effet, les granites sont fréquemment enveloppés sur leur pourtour d'une masse euritique, tandis qu'on ne voit jamais, que je sache, à l'état de porphyre la partie centrale des roches, qui dans leur zone périphérique offrent la structure cristalline du granite. En outre, les masses porphyriques, généralement moins étendues que celles de granite, passent souvent aux pétrosilex. Néanmoins, dans une foule de cas, les granites ont conservé leur état cristallin au contact même des dépôts sédimentaires : c'est ce qui a eu lieu surtout pour les grandes masses qui ont dû fortement échauffer les roches stratifiées environnantes, et alors le refroidissement de la partie extérieure n'a pas dû être tout à fait brusque. A la vérité, bien que ce cas ne soit pas très fréquent, on trouve quelquefois des filons granitiques d'une épaisseur peu considérable, qui traversent les roches sédimentaires, et qui cependant ont conservé leur structure granitoïde, qui offrent même parfois de grands cristaux. Il est possible, au moins dans quelques cas, qu'au moment où le granite est venu remplir ces filons, il ait été à l'état d'un magma dans lequel les éléments étaient déjà en partie isolés, le feldspath et le mica commençant à cristalliser au milieu du quartz qui formait une masse plastique; or j'ai montré précédemment que la formation de grands cristaux par voie de refroidissement d'une masse fondue n'exige pas toujours une solidification lente.

D'ailleurs, si la rapidité du refroidissement me paraît avoir été l'une des causes principales qui ont empêché la cristallisation dans les porphyres et les pétrosilex, néanmoins j'ai toujours pensé que des causes autres que la chaleur ont pu, les unes favoriser, les autres entraver le développement de la cristallisation, et j'ai déjà signalé plusieurs de ces causes dans mon premier mémoire (*Comptes rendus de l'Académie*, t. XX, p. 1284). Ainsi les courants électriques, développés par les inégalités de température des diverses

parties de la masse fluide, ont pu exercer quelque influence sur ce phénomène. J'ai aussi montré que la composition chimique des roches avait dû être tantôt favorable, tantôt défavorable à la cristallisation des minéraux définis qui composent le granite. J'ai fait observer que cette roche renferme en général un peu plus d'alcali que les porphyres, et surtout que les pétrosilex correspondants; or la présence d'une plus grande quantité de potasse, c'est-à-dire, d'un élément reconnu par l'analyse comme essentiel au mica et à la matière feldspathique des granites, paraît avoir été favorable à la cristallisation du feldspath et du mica, qui aura été nécessairement accompagnée d'une élimination de la silice. Inversement, l'absence d'une proportion suffisante de l'élément alcalin a dû rendre plus difficile la cristallisation du magma granitique. Je pense aussi que la vapeur d'eau ou d'autres gaz interposés dans la masse pâteuse a dû être un obstacle au développement de la structure cristalline; cette structure est en effet incomparablement moins développée dans les roches volcaniques dont le refroidissement est accompagné du dégagement de vapeur d'eau. D'ailleurs, d'après les essais que j'ai faits, les porphyres et les pétrosilex m'ont paru contenir ordinairement un peu plus d'eau que les granites. Ajoutons enfin que la cristallisation a dû être influencée par la température, la conductibilité et les autres propriétés des masses au milieu desquelles ont eu lieu les éruptions. En montrant que l'action de la chaleur a été la cause principale de la cristallisation du granite, je n'ai jamais prétendu exclure les autres forces qui sont en jeu dans la nature, surtout celles qui accompagnent presque constamment la chaleur, et dont l'intervention a dû déterminer des effets qu'il est presque impossible de reproduire par des expériences de laboratoire.

M. Élie de Beaumont a fait ressortir (*loc. cit.*, p. 1309) la liaison qui existe entre les roches granitiques et les masses quartzeuses renfermant du feldspath, du mica, des émeraudes et certains minéraux métalliques, tels que l'oxyde d'étain. J'admets la justesse de ces rapprochements, mais je pense qu'il est possible d'en rendre raison, sans être forcé de faire intervenir l'eau comme agent principal dans la liquéfaction du granite. En effet, très souvent le refroidissement des roches feldspathiques a dû être accompagné ou suivi d'émanations qui sont venues former des dépôts dans les fissures de la masse plutonique en grande partie solidifiée et dans celle des terrains adjacents. Ces émanations, d'une nature plus ou moins complexe, contenaient principalement du silicium, tantôt sous forme d'oxyde pâteux ou entraîné en vapeur par un courant

de gaz ; tantôt sous forme de chlorure et de fluorure qui sont très volatils et qui auront éprouvé une décomposition en arrivant au contact de l'eau, comme on l'observe en laboratoire ; alors il en sera résulté des eaux thermales siliceuses. Des solutions analogues ont pu aussi être formées par la simple action de l'eau, à une haute température et sous une forte pression, sur les masses silicatées qui constituent les roches pyrogènes.

Il est présumable qu'il y a eu autrefois une série de phénomènes plus ou moins corrélatifs aux phénomènes volcaniques actuels, savoir : dislocation de la croûte solide, éruption d'une masse pâteuse et incandescente, puis dégagement de vapeurs diverses, siliceuses, alcalifères et métalliques, enfin sources thermales plus ou moins chargées de substances minérales. Il est à noter que la silice est une substance très stable, indécomposable par la chaleur, par l'eau et par la plupart des agents chimiques. C'est en partie à cause de cette stabilité qu'elle est une des matières minérales les plus communes, et qu'elle forme pour ainsi dire la gangue des autres substances, issues comme elle du sein de notre planète. Le silicium, combiné avec l'oxygène ou avec un corps halogène, a pu s'introduire dans les pores de l'écorce terrestre, soit en fusion, soit en vapeur, soit en solution dans un liquide aqueux, et toujours le quartz, qui est le composé du silicium le plus stable, sera resté comme produit définitif. Dans les dépôts où la silice est accompagnée de minéraux feldspathiques et micacés, il paraît peu probable qu'elle se soit séparée de solutions chaudes ; mais la formation simultanée de quartz et de composés analogues aux éléments du granite a pu avoir lieu dans les cas où le silicium combiné avec de l'oxygène, avec du chlore ou du fluor, s'est introduit soit à l'état pâteux, soit sous forme de vapeur accompagnée de radicaux alcalins et terreux, aussi gazéifiés.

Il est impossible d'établir une séparation tranchée entre les divers ordres de faits qui se rattachent aux phénomènes ignés ; néanmoins, si l'on a égard à la structure éminemment cristalline du granite, à l'absence de cavités bulliformes et à la rareté des hydrosilicates dans le granite proprement dit, il paraît rationnel d'admettre qu'au moment même de son éruption, l'eau ne s'y trouvait qu'en quantité minime, et qu'elle n'est intervenue d'une manière notable, de même que les émanations qui ont produit les filons métallifères, que dans la dernière période de l'action ignée, alors que la chaleur avait déjà beaucoup diminué et que la masse éruptive était en grande partie solidifiée. Le dégagement de vapeurs le plus abondant aura dû se produire principalement sur le pourtour des masses

plutoniques, à travers les plans de disjonction ou les espèces d'évents que présentait leur contact avec les terrains sédimentaires.

En résumé, si l'on réfléchit aux propriétés de la silice, du chlorure et du fluorure de silicium ; si l'on considère la faculté générale que possèdent les combinaisons des métaux avec les corps halogènes, de fondre et d'entrer en vapeur à des températures peu élevées, de se décomposer au contact du sulfure d'hydrogène ou des sulfures alcalins, et souvent aussi en présence de l'eau et de l'oxygène, on comprendra que les masses quartzeuses contenant des minéraux silicatés et quelques composés métalliques en partie à l'état d'oxydes, présentent des dégradations qui les rapprochent des terrains granitiques d'une part, et de l'autre des filons de quartz et de sulfures métalliques qui se trouvent à une certaine distance des masses plutoniques, et qui nous offrent d'une manière moins prononcée les traces d'actions ignées. Pour concevoir la connexion de ces phénomènes compliqués, il ne paraît pas nécessaire de supposer que les masses provenant du laboratoire souterrain ont toujours surgi sous la même forme, ou que l'eau a joué constamment un rôle essentiel dans leur formation.

A la suite de cette lecture, M. Rivière dit qu'il pense, comme M. Durocher, que l'eau n'a joué aucun rôle dans la formation du granite. A ses yeux, on ne peut pas dire qu'il y ait de l'eau dans les roches considérées par M. Scheerer ; la position géologique de ces roches exclut d'ailleurs absolument l'intervention de cette substance.

Il n'admet pas néanmoins que la présence des zéolites dans les roches volcaniques soit suffisante pour faire intervenir, comme le pense M. Durocher, l'eau dans leur formation, tandis qu'il l'exclut de celle des granites. En effet, les zéolites ne se trouvent, en général, que dans des cavités placées dans les portions extérieures des masses volcaniques ; et l'on ne peut savoir en quelle proportion ont pu être démantelées les parties superficielles des masses granitiques.

En second lieu, M. Rivière s'attache à séparer très nettement les porphyres des granites. L'auteur du mémoire a établi seulement une différence dans les proportions d'alcalis contenues dans ces roches ; mais il y a aussi des différences d'âge et de position. On ne peut établir entre elles aucune similitude, aucune analogie.

M. Angelot demande à M. Rivière, si l'eau n'est pas intervenue dans la formation des roches, quel rôle a pu jouer l'hydrogène?

M. Élie de Beaumont ne pense pas, comme M. Rivière, que toutes les masses granitiques aient perdu leur partie supérieure. On voit, par exemple, dans le Cornouailles, une preuve du contraire. Les filons métallifères, qui y ont tous leur zone extérieure plus riche, se présentent dans le granite avec le même caractère.

M. Deville fait d'ailleurs remarquer que s'il est vrai que les laves offrent, en général, les zéolites dans des bulles situées près de leurs surfaces extérieures, le phonolite contient une substance zéolitique uniformément répartie dans toute sa masse.

M. Delesse confirme ce fait, qu'il a établi le premier, d'une plus grande proportion de matières alcalines dans le granite que dans le porphyre. Il a montré aussi que, inversement, si un granite à grands cristaux devient un granite à petits cristaux, sa richesse en silice diminue, et, par suite, sa teneur en alcalis augmente.

Il reconnaît bien, avec M. Rivière, qu'on trouve le porphyre en filons dans le granite, mais ces deux roches ne lui paraissent pas pouvoir être aussi nettement séparées. Il y a souvent passage du granite au porphyre, principalement au porphyre quartzifère, et même à des roches à structure grenue et pétrosiliceuse.

M. Delesse ajoute, en terminant, que M. Durocher lui paraît avoir exagéré la propriété de surfusion du quartz, en admettant que la silice peut se tirer en fils à une température inférieure au rouge.

Séance du 4 mars 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Aimé DE FORESTIER, propriétaire, à Pau (Basses-Pyrénées), présenté par MM. de Brimont et Colin.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Descloizeaux, *Mémoire sur les formes cristallines du wolfram* (extr. des *Ann. de chim. et de phys.*, 3e sér., t. XXVIII); in-8, 13 p., 1 pl. Paris, chez Bachelier.

De la part de M. André Dumont, *Rapport sur la carte géologique de la Belgique* (extr. du t. XVI, n° 11 des *Bull. de l'Acad. roy. des sc., des lett. et des beaux-arts de Belgique*, 1849); in-8, 26 p.

De la part de M. Lockhart : 1° *Description des fossiles de l'Orléanais* (suite) (extr. du t. VII des *Mém. de la Soc. des sc., bell.-lett., arts et agric. d'Orléans*); in-8, 7 p. Orléans, 1848, chez Pagnerre.

2° *Géologie de la Sologne, considérée dans ses rapports avec l'agriculture dans cette contrée* (extr. du t. IX des *Mém. de la Soc. des sc., etc., d'Orléans*); in-8, 19 p. Orléans, 1850, chez Pagnerre.

De la part de M. Alcide d'Orbigny, *Paléontologie française : Terrains jurassiques*, livr. 46 à 57; *Terrains crétacés*, livr. 127 à 150. Paris, chez Arthus Bertrand.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1850, 1er sem., t. XXX, nos 7 et 8.

L'Institut, 1850, nos 842 et 843.

Bulletin de la Société de géographie, 3e sér., t. XIII, n° 73, janv. 1850.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 17, 3e année, janvier 1850.

Précis statistique sur le canton de Compiègne, arrondissement de Compiègne (Oise) (extr. de l'*Annuaire de* 1850); in-8, 264 p., 1 carte.

Précis statistique sur le canton de Formerie, arrondisse-

ment de Beauvais (Oise) (extr. de l'*Annuaire de* 1850); in-8, 120 p., 1 carte.

Séances et travaux de l'Académie de Reims. Année 1849-1850, n° 7.

The Athenæum, 1850, nos 1165 et 1166.

The quarterly Journal of the geological Society of London, n° 21, février 1850.

Proceedings, etc. (Bulletins de l'Académie des sciences naturelles de Philadelphie), vol. IV, 1849, n° 11.

The Journal, etc. (Journal de l'archipel Indien et de l'Asie orientale), vol. III, nos 3 et 4, mars et avril 1849.

M. le trésorier présente le projet suivant de budget pour l'année 1850, projet adopté par le Conseil dans la séance du 1er mars courant.

Budget des Recettes et des Dépenses pour 1850, présenté par M. Ruinart de Brimont, trésorier.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de recette.	NUMÉROS DES ARTICLES	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1849.	RECETTES effectuées en 1849.	SOMMES admises pour 1850.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions.	1	Cotisations. — année courante.	7,500 »	7,470 »	8,500 »
	2	Cotisations. — années précédentes	2,500 »	2,273 90	2,000 »
	3	Cotisations. — anticipées	150 »	300 »	300 »
§ 2. Produits extraord. des réceptions	4	Cotisations une fois payées	300 »	600 »	300 »
	5	Droit d'entrée et de diplôme	380 »	440 »	440 »
§ 3. Produits des publications.	6	Vente. — du Bulletin	600 »	775 »	600 »
	7	Vente. — des Mémoires	800 »	854 50	800 »
	8	Vente. — de cartes coloriées	25 »	9 »	20 »
	9	Vente. — de l'Histoire des progrès de la géologie	600 »	1,239 50	1,000 »
§ 4. Recettes diverses.	10	Arrérages de rentes sur l'État. 5 c.	1,567 »	1,557 »	1,517 »
	11	Arrérages de rentes sur l'État. 3 c.	32 »	48 »	32 »
	12	Allocation de M. le ministre de l'Instruction publique	1,250 »	1,250 »	1,000 »
	13	Recettes imprévues	50 »	73 80	100 »
	14	Remboursement de frais de mandats	25 »	12 »	25 »
	15	Recettes extraordinaires relatives au Bulletin	» »	40 »	50 »
			15,769 »	16,943 70	16,734 »
§ 5. Solde des comptes de 1849	...	Reliquat en caisse au 31 décembre 1849			667 65
		Total de la recette prévue pour 1850			17,391 65

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de dépense	NUMEROS DES ARTICLES.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1849.	DÉPENSES effectuées en 1849.	DÉPENSES admises pour 1850.
§ 1. Personnel.	1	Agent. son traitement	1,800 »	1,800 »	1,800 »
	2	Agent. travaux auxiliaires	300 »	300 »	300 »
	3	Garçon de bureau. ses gages	800 »	800 »	800 »
	4	Garçon de bureau. gratifications	100 »	100 »	100 »
§ 2. Frais de logement.	5	Loyer, contributions, assurances	1,270 »	1,235 85	1,250 »
	6	Chauffage et éclairage	450 »	435 20	450 »
§ 3. Frais de bureau.	7	Dépenses diverses	200 »	229 65	200 »
	8	Ports de lettres	150 »	148 80	200 »
	9	Impressions d'avis, circulaires, etc	100 »	158 50	150 »
§ 4. Encaissement.	10	Change et retour de mandats	150 »	127 65	150 »
§ 5. Matériel	11	Mobilier	100 »	281 60	200 »
	12	Bibliothèque	300 »	175 55	600 »
	13	Collections	50 »	5 50	50 »
§ 6. Publications.	14	Bulletin. texte et planches	4,800 »	4,995 25	5 000 »
	15	Bulletin. port	1,250 »	993 05	1,200 »
	16	Histoire des progrès de la géologie	4,200 »	4,360 15	2,000 »
	17	Mémoires. achat d'exemplaires	1,000 »	1,508 »	1,500 »
	18	Mémoires. dépenses supplémentaires	25 »	20 »	100 »
	19	Mémoires. menus frais et coloriage de cartes	25 »	1 50	25 »
§ 7. Placement de capitaux	20	Achats de rentes sur l'État (placement des cotisations à vie)	» »	» »	450 »
§ 8. Dépenses imprévues	21	Avances remboursables	100 »	125 40	100 »
			17,170 »	17,805 65	17,225 »

RÉSULTAT GÉNÉRAL.

La recette étant de	17,391 fr. 05 c.
Et la dépense de	17,225 »
La différence serait de	125 fr. 40 c.

Ce projet de budget est adopté par la Société.

M. Delesse communique le mémoire suivant de la part de M. Ed. Collomb :

Notice sur le granite du ballon de Guebwiller et sur la serpentine d'Odern, vallée de Saint-Amarin (Haut-Rhin), par M. Ed. Collomb.

Les formations de la vallée de Saint-Amarin ont été visitées en 1847 par la Société géologique; elles sont comprises dans les deux grandes divisions naturelles : 1° des terrains de sédiment; 2° des roches pyrogènes. Les premiers sont exclusivement composés de terrains très anciens, représentés par des schistes argileux de tran-

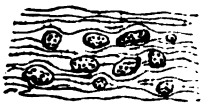
sition, des grauwackes ordinaires, grauwackes orbiculaires, grauwackes brèche, etc., régulièrement stratifiés, partout fortement relevés en se rapprochant même de la verticale, puis modifiés et métamorphisés de mille manières différentes, passant à l'état de grès quartzeux, durs et cassants, ailleurs devenus jaspoïdes, sur un autre point prenant un aspect porphyroïde avec des cristaux de feldspath se dessinant nettement au milieu d'une pâte argilo-quartzeuse. On voit encore ces mêmes schistes pénétrés dans leurs moindres fissures de fer oxydé et d'oxyde de manganèse sous différentes formes. Le cuivre oxydé et carbonaté s'y rencontre aussi, mais plus rarement. Les sulfures y sont disséminés partout, mais nulle part sous forme de filon régulier; ils y sont représentés par le sulfure de fer et le sulfure de cuivre. Les filons de quartz et ceux de baryte sulfatée y sont très communs; ils y sont parfois enchevêtrés de fluorine cubique. Les effets métamorphiques de la contrée ont été observés et décrits par MM. Fournet, E. Puton, et dans ces derniers temps par M. Delesse.

Ces schistes de transition sont fossilifères, mais le règne animal n'y a point de représentant connu jusqu'à présent; tous les fossiles recueillis dans cette vallée appartiennent au règne végétal et sont renfermés dans les limites du genre cryptogame. Nous possédons dans notre collection un grand nombre d'exemplaires de calamites, de fougères, de lépidodendrons, de sigillaires, etc., dont quelques uns paraissent nouveaux et n'ont point encore été décrits; nous aurons plus tard l'occasion de présenter un travail sur ce sujet avec l'aide de MM. Schimper et Mougeot. Comme preuve de métamorphisme énergique, on peut citer quelques uns de ces fossiles qui sont renfermés dans une pâte parsemée de cristaux de feldspath; d'autres, aux carrières de Bitschwiller, sont englobés dans une roche siliceuse qui a contracté toutes les propriétés de la pierre à fusil : le fossile lui-même est devenu silex.

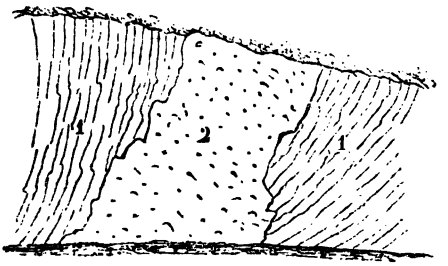
Ce terrain occupe une grande partie de la rive gauche de la vallée, depuis son origine, à Wildenstein, jusqu'au point où elle débouche dans la plaine de l'Ochsenfeld à Thann. Sur la rive droite, le terrain de transition est moins développé; il ne commence à paraître que vers le milieu de la vallée, au pied du Drumont et au col de Bussang, puis il se prolonge vers Thann en passant par le Rimbachkopf et le Rossberg.

Ces schistes argileux et grauwackes de transition des Vosges paraissent appartenir à deux époques géologiques différentes, dont l'une serait *anté-granitique* et l'autre *post-granitique*. Ainsi M. Daubrée a remarqué, dans les environs du Champ-du-Feu, des

galets arrondis de granite formant poudingue enveloppés dans une pâte de transition (1). J'ai remarqué, de mon côté, le même fait dans une autre localité vosgienne, dans la vallée de Sondernach, l'un des affluents de la vallée de Munster : des galets parfaitement arrondis, de la grosseur moyenne du poing, d'un granite à grains fins, un peu porphyroïde, avec tous ses éléments bien distincts; les deux feldspaths, le mica et le quartz sont enveloppés dans une pâte de schiste argileux de transition; cette pâte, formée de feuillets ardoisiers, contourne et enveloppe en entier les galets de granite. Sous le marteau, le galet avec sa surface lisse, comme ayant été préalablement roulé et frotté, se détache de sa gangue ; mais il reste ordinairement quelques parcelles de schiste soudées assez solidement au granite. Ces schistes, ainsi que ceux cités par M. Daubrée dans les environs du Champ-du-Feu, sont donc *post-granitiques*.



D'un autre côté on trouve dans le val de Villé, ainsi que le fait remarquer M. Daubrée, des schistes traversés par des petits filons de granite de même espèce. Dans la vallée de Saint-Amarin, c'est le cas normal du terrain de transition : il est percé à chaque pas par de larges filons de granite; cette roche est ordinairement porphyroïde et à petit grain comme celui de la vallée de Sondernach. La Société géologique a vu, en 1847, une carrière à Schliffels, où ce fait est clairement indiqué (2). Sur la nouvelle route du col de Bussang, des coupes verticales de 5 à 6 mètres de hauteur offrent des exemples concluants de percements de granite dans les schistes.



Route de Bussang à Urbès.

1 Schiste de transition. | 2 Granite porphyroïde.

(1) *Comptes rendus*, t. XXIX, p. 14.
(2) *Bulletin*, 2e série, t. IV, p. 1446.

Ces schistes de Bussang sont donc *anté-granitiques* comme ceux du val de Villé. A la suite de la note de M. Daubrée, M. Élie de Beaumont a fait remarquer « que ces derniers doivent être rap-» portés aux schistes cumbriens de la Bretagne, qui sont anté-» rieurs au système du Finistère, et plus anciens que le terrain » silurien. Dans cette manière de voir, le granite du Champ-du-» Feu serait sorti à l'époque de la formation du système du Fi-» nistère, et pourrait, par conséquent, se trouver en cailloux » roulés dans le terrain silurien aussi bien que dans le terrain dé-» vonien (1). »

Les terrains pyrogènes compris dans le périmètre de la vallée, et dont j'ai pu reconnaître la position, se composent : 1° de granite commun ; 2° de granite porphyroïde ; 3° de granite amphibolique ; 4° de syénite ; 5° de porphyre rouge ; 6° de mélaphyre ; 7° de serpentine, d'euphotide, de gneiss et de pegmatite ; 8° de roche dioritique douteuse.

Dans les notes qui suivent, nous n'aurons pas à nous occuper des nos 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 8 ; nous reviendrons dans une autre occasion sur la description de ces roches et sur le rôle qu'elles ont joué dans leurs apparitions successives à la surface du sol ; nous nous bornerons, pour le moment, à quelques observations sur la formation serpentineuse de la vallée et sur le granite amphibolique du Ballon de Guebwiller que nous avons exploré à plusieurs reprises, entre autres avec un observateur distingué, M. de Billy, ingénieur en chef des mines.

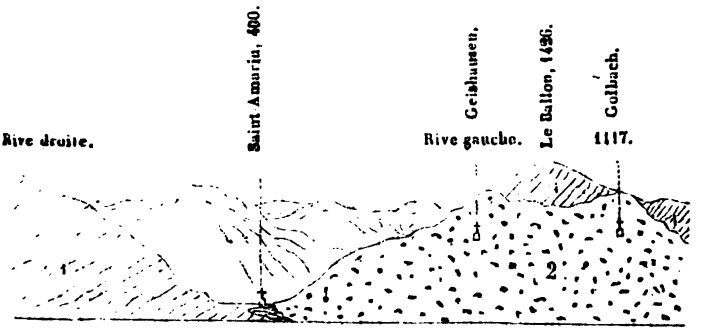
Granite du Ballon. — La place que cette roche occupe dans la vallée de Saint-Amarin a été un peu négligée par les géologues qui ont étudié le pays ; ils ont plus particulièrement porté leur attention sur les granites du versant occidental des Vosges, à cause de leur grand développement et de l'influence qu'ils ont exercée sur le relief de la chaîne. Cependant le granite du Ballon, nous le verrons tout à l'heure, a eu aussi, lors de son apparition, sa part d'influence dans la forme donnée à la montagne et surtout dans son élévation supérieure (1426 mètres) à tous les autres sommets des Vosges.

Ce granite occupe une portion de la rive gauche de la vallée de la Thur ; il part de Saint-Amarin et de Rauspach à 400 mètres d'altitude ; il couvre une partie des communes de Geishausen, d'Altenbach et de Golbach en s'élevant rapidement à 800 et 900 mètres ; puis, tout en contournant le sommet du Ballon sur son

(1) *Comptes rendus*, t. XXIX, p. 15.

revers occidental, il s'en tient à distance et franchit ensuite un petit col au N.-E. de Golbach; sur ce point il est très resserré dans les limites des schistes de transition; il passe ensuite sur le revers oriental en continuant à décrire une courbe horizontale autour du point culminant, s'élève à 1117 mètres, et va rejoindre par une pente rapide les formations granitiques de la vallée de Guebwiller, un peu en amont de Lautenbachzell; ces dernières se relient sans solution de continuité aux granites de la chaîne centrale, à ceux du Rothenbach et du Hoheneck, en traversant la vallée de Munster.

Coupe transversale de la vallée de Saint-Amarin (Haut-Rhin).



1 Schiste argileux de transition.
2 Granite amphibolique.

Dans la vallée de la Thur, ce granite couvre une surface d'environ 20 kilomètres carrés. Suivant l'opinion de M. de Billy, il peut être considéré comme un prolongement des masses qui forment l'arête principale de la chaîne des Vosges, comme un grand bras se détachant du tronc principal, et se prolongeant du N. au S. sur le versant oriental de la chaîne, en enveloppant aux trois quarts les schistes du Ballon. Ce sommet, en forme de dôme, figure au milieu de la masse pyrogène comme un grand promontoire schisteux : les forces dynamiques, mises en jeu lors de l'apparition du granite, ont puissamment contribué, par leur pression latérale semi-circulaire, à porter le Ballon à 1426 mètres.

Sur les limites de la formation, aux points de contact du granite et des schistes, ces derniers ont éprouvé des modifications sensibles; les assises du terrain de transition ont été vigoureusement relevées et souvent bouleversées : la roche a perdu sa cohé-

sion naturelle; dans quelques endroits elle est devenue friable et se divise au moindre choc en petits fragments polyédriques : ailleurs, les changements opérés dans sa texture ont produit un effet contraire, c'est-à-dire qu'elle est devenue compacte, sonore, cassante ; au sommet du Ballon les schistes sont passés à l'état de grauwacke excessivement dure, lourde, cristalline, d'un grain brillant chargé de quartz.

D'autres effets, produits par le contact des deux roches et qui ont été signalés dans quelques localités par M. Fournet, consistent dans un changement considérable survenu dans la roche pyrogène. M. Fournet désigne le phénomène sous le nom d'*endomorphisme* (métamorphisme en dedans). Le granite du Ballon, M. de Billy l'a remarqué aussi bien que nous, est endomorphique sur plusieurs points; les modifications ou les altérations qu'il a subies par son contact avec la roche de sédiment préexistante sont plus profondes et plus marquées que celles survenues dans les schistes eux-mêmes. Ces modifications se reconnaissent aisément dans les différents aspects minéralogiques que la roche prend lorsqu'elle est voisine du terrain de transition. Cette roche granitique du Ballon de Guebwiller a été étudiée par M. Delesse, qui a constaté qu'elle est formée d'orthose, d'andésite ayant à peu près la même composition que l'andésite qui se trouve dans la syénite du Ballon d'Alsace, de mica, de quartz et d'une proportion notable d'amphibole. M. Delesse la regarde comme un *granite amphibolique* ou *syénitique*.

Les effets d'endomorphisme ont eu pour résultat, dans le cas présent, de rendre cette roche excessivement friable et très accessible aux influences extérieures; elle se décompose alors avec la plus grande facilité et tombe en arène. Dans les chemins ou les sentiers tracés dans la montagne, on voit des coupes de quelques mètres, entièrement transformées en sable, particulièrement à Geishausen et à Golbach. Dans ces localités, le moindre petit ruisseau, ou même un sentier, finit à la longue par devenir un profond ravin qu'on dirait creusé dans du sable pur. Par suite de cette décomposition endomorphique, les feldspaths et le quartz se réduisent en sable sans que la forme des cristaux soit par trop altérée; l'andésite prend une nuance jaune chamois; souvent elle passe au rouge vif; l'amphibole et le mica deviennent méconnaissables; ils tombent en poudre ferrugineuse. Sur le chemin de Moosch à Geishausen, dans le voisinage des schistes, le granite prend une structure feuilletée, un peu gneissique; en même temps il est injecté de beaucoup de particules ferrugineuses et manganésiennes qui lui donnent une teinte rose et lilas clair; sur ce point, il est

riche en feldspath et en mica, mais ce feldspath se kaolinise facilement au contact des agents extérieurs. La structure du granite sous forme de grandes tables stratiformes est, du reste, très fréquente dans les Vosges; le granite, en se solidifiant ou se refroidissant, s'est séparé suivant des formes prismatiques, polyédriques, avec des plans parallèles entre eux : on remarque cette disposition du granite, qu'il soit porphyroïde ou à gros grains, amphibolique ou non. Dans les carrières où l'on exploite cette roche, on y fait peu d'usage de la poudre; les blocs se séparent naturellement par le seul effet du levier en grandes tables propres aux constructions. Sur les plans de contact, la surface n'est plus rugueuse; elle est un peu lisse, comme frottée, et ordinairement couverte d'un enduit ferrugineux.

Granite globulaire. — La structure feuilletée ou stratiforme de ce granite change fréquemment d'aspect; ainsi, au lieu d'être en bancs horizontaux ou verticaux, les feuillets deviennent des portions de sphère : on voit des écailles concentriques superposées autour d'un noyau central; la forme globulaire de cette roche a été remarquée dans plusieurs localités; ces écailles, du reste, ne se détachent les unes des autres sous le marteau que lorsque la roche est arrivée à un degré de désagrégation très avancé. Cette tendance à devenir globulaire ne se manifeste pas lorsque la roche est ferme et compacte, et que les effets d'endomorphisme n'en ont pas encore altéré la texture. Il est donc facile de distinguer les blocs erratiques proprement dits des blocs épars formés par désagrégation globulaire, parce que ces derniers, qui sont en effet répandus sur le sol irrégulièrement comme des erratiques, sont toujours dans un état de décomposition assez avancée, et toujours près de tomber en arène au moindre choc.

A cette occasion, nous ferons remarquer qu'on rencontre quelquefois sur les moraines des Vosges, soit du versant oriental, soit du versant occidental, au milieu d'autres débris granitiques, quelques petits blocs atteignant rarement 1 mètre cube, d'un granite précisément identique avec le granite globulaire, et en partie désagrégé; cette roche provient des différentes parties de la chaîne où elle se trouve en place comme au Ballon. En la retrouvant sur les moraines, dans les parties inférieures des vallées, et jamais dans les lits des torrents, on se convainc que, si son mode de transport s'était opéré par une voie prompte ou tumultueuse, ces blocs eussent infailliblement été réduits en sable, puisque le moindre coup de marteau suffit pour les faire tomber en arène; ils ont

donc été déposés, sur le point où on les retrouve, par un agent qui a opéré à leur égard avec les plus grands ménagements.

Granite porphyroïde. — Ce granite existe dans la formation dont nous nous occupons : il perce le sol sur quelques points ; il contient, d'après les observations de M. Delesse, les mêmes éléments que le granite précédent, sauf l'amphibole qui est absente ; il ne paraît pas exister à l'état de filons bien caractérisés dans le granite amphibolique ; il provient de passages insensibles d'une espèce dans l'autre. Le granite est porphyroïde, parce que l'orthose se détache en larges cristaux blancs, brillants, hyalins, fort nets, disséminés à quelque distance les uns des autres : quelquefois ces cristaux, au lieu d'être hyalins, sont d'un blanc de lait mat ; le mica y est brun, et l'andésite passe du blanc au jaune et du jaune au rouge. Il a beaucoup moins de tendance à s'égrener et à tomber en arène que celui qui contient de l'amphibole ; il résiste à l'action destructive des agents extérieurs ; le ciment quartzeux, qui lie les différents minéraux, paraît y être plus solidement agrégé : ce quartz, parfois, perd son caractère cristallin, et ressemble à une pâte fondue.

Filons de quartz et de granulite. — Sur quelques points, le granite du Ballon est traversé par des veines de quartz qui atteignent 50 à 60 centimètres, rarement 1 mètre de puissance ; elles se bifurquent et se coupent sous divers angles ; elles résistent à la décomposition et font saillie. Ce quartz de filon est en masse saccharine ; il est rarement pur ; d'ordinaire il est parsemé à distance de paillettes de mica brun et quelquefois de mica blanc. Le feldspath orthose se rencontre aussi disséminé dans sa masse.

D'autres filons nettement limités, ayant parfois 1 mètre et plus de puissance, et formant une ligne de démarcation tranchée qui ne se fond point avec le reste de la masse, coupent aussi ce granite dans différentes directions. Ces filons, que quelques géologues désigneraient sous le nom de leptynite, sont plutôt un véritable granulite, suivant la classification que M. Fournet a bien voulu nous en donner ; ils se détachent en blanc sur le fond gris de la roche à laquelle ils sont soudés d'une manière intime ; on peut recueillir des exemplaires de 10 à 12 centimètres, tenant de l'une et de l'autre roche ; ils se composent d'un granite à grains fins et serrés, dans lequel l'amphibole a complétement disparu, et le mica ne se montre que rarement disséminé ; les éléments prédominants sont les deux feldspaths en petits cristaux et le quartz ; ils simulent un grès un peu grossier.

Origine de ces filons. — Ces filons peuvent-ils être considérés comme une injection de granulite dans le granite ou simplement comme étant le résultat d'un remplissage postérieur des fentes de retrait de la roche par un granite dépouillé de son mica et de son amphibole? Nous chercherons à résoudre cette difficulté en faveur de la dernière hypothèse par des faits tirés de l'ordre chronologique dans lequel les minéraux constituant le granite se sont associés les uns aux autres. Cette manière de voir et les conclusions à en tirer nous paraissant nouvelles, nous comprenons qu'il est nécessaire, dans une question aussi difficile, d'apporter la plus grande réserve.

En supposant la masse primitive à l'état de fusion, soit liquide, soit pâteuse, les minéraux constituants n'ont point cristallisé dans le même temps; le passage des molécules de l'état liquide à l'état solide s'est opéré dans des temps différents : nous allons voir qu'il n'y a pas eu prise en masse immédiate; il y a eu triage et séparation successive des silicates et du quartz, suivant des lois qui nous sont inconnues, puisque les cristaux ne se sont point formés d'après l'ordre inverse de leur fusibilité, comme dans un laboratoire.

En examinant un échantillon de notre granite, on reconnaît que l'amphibole et le mica ont évidemment cristallisé en premier; leurs cristaux sont complets; les trois autres minéraux, l'orthose, l'andésite et le quartz, sont moulés et déplacés par eux. L'amphibole et le mica ont probablement flotté dans un bain semi-liquide, dans lequel le quartz se trouvait à l'état de *surfusion* (Fournet), tenant en dissolution les feldspaths. Cette fluidité particulière a permis à l'amphibole et au mica de cristalliser à leur aise et isolément dans le bain; ils ont servi de point d'attache et sont fréquemment implantés tout au travers de gros cristaux d'orthose.

Après l'amphibole et le mica est venu le tour de l'orthose, dont les cristaux sont parfois fort nets, mais rarement sans mélange de mica implanté; puis l'andésite s'est moulée sur l'orthose. Ces deux derniers minéraux se fondent souvent l'un dans l'autre, ce qui ferait supposer que leur cristallisation a été simultanée. Le quartz est venu en dernier; il a pris la place laissée vacante; il a bouché tous les interstices qui n'étaient pas remplis par ses autres associés. On peut donc compter trois périodes chronologiques dans la cristallisation de ce granite :

1° Amphibole et mica; 2° orthose et andésite; 3° quartz.

Ceci confirme le fait que le granite, considéré comme produit chimique, n'a pas été soumis, dans son mode de cristallisation, aux lois qui président aux réactions chimiques connues, et nous donne

la mesure de la différence prodigieuse qui existe entre la grande chimie naturelle et la petite chimie de nos laboratoires.

Si les choses se sont passées ainsi que nous venons de le dire, on peut en tirer des conséquences relativement au remplissage de nos filons. Ainsi, prenons la masse ignée primitive au moment où elle arrive à sa première période de refroidissement; la surface du magma sera fendillée de mille façons par un effet de retrait dû aux différences de dilatation; ces fentes, souvent entrecroisées entre elles et coupées sous différents angles, deviendront les filons de granulite que nous trouvons dans le granite du Ballon. Lors de cette première période, l'amphibole et le mica étaient cristallins; il restait une eau mère renfermant en dissolution les feldspaths et le quartz : elle a filtré pour ainsi dire au travers de la masse; elle a rempli les filons et a donné lieu à un granite composé d'orthose, d'andésite et de quartz. Plus tard, le refroidissement de la masse et la cristallisation continuant à fonctionner d'après l'ordre chronologique indiqué ci-dessus, nous arrivons au moment où tous les silicates étant pris en masse, il ne restait pour eau mère que le quartz dans son état de *surfusion ;* il a rempli les dernières ouvertures laissées vacantes. Le bain de quartz n'était toutefois pas arrivé à un degré de pureté parfait; il tenait encore quelques silicates en dissolution, puisque ses filons sont rarement purs. D'après cette manière de voir, les filons de quartz seraient postérieurs à tous les autres; et en effet, dans le granite dont nous nous occupons, on voit le quartz couper toutes les variétés de granite, et généralement, quand on rencontre un filon de granite dans le granite, celui du filon renferme d'ordinaire un ou deux minéraux de moins que celui de la masse ambiante; c'est ainsi du moins que le granite du Ballon se présente à l'observateur.

Les trois périodes de cristallisation auraient eu ainsi pour résultat de donner par voie d'élimination trois produits différents, provenant de la même source, suivant l'ordre chronologique dans lequel ils se sont solidifiés, ordre contraire aux prévisions de la chimie :

1° Granite complet, syénite; 2° granulite, leptynite; 3° quartz.

Pour passer à l'état de théorie, ces faits, qui sont exacts pour quelques granites des Vosges, auraient besoin d'être confirmés dans d'autres contrées où cette roche est largement développée. Ils n'ont, du reste, rien de contraire aux savants rapprochements déduits par M. Élie de Beaumont de ses *Observations sur les émanations volcaniques et métallifères*, d'où il résulte, en thèse générale, que la richesse des filons en variétés minérales est en raison

directe de leur ancienneté (1). Plus on avance dans la série des temps, plus les filons se simplifient.

De la formation serpentineuse. — Les serpentines des Vosges ont été déjà l'objet de travaux intéressants de MM. Hogard et Puton : en dernier lieu, M. Delesse, dans ses *Recherches sur l'euphotide*, a donné des analyses des feldspaths qui forment la base de l'euphotide en général, et il a fait connaître aussi l'analyse du feldspath de l'euphotide d'Oderen.

Dans la formation serpentineuse de notre vallée nous comprenons la serpentine proprement dite, l'euphotide, le gneiss et la pegmatite, et un conglomérat de serpentine, parce que, dans la localité, ces cinq roches, tout en étant distinctes, sont subordonnées les unes aux autres, et forment, dans le cas présent, un seul et même système; sauf l'euphotide, qui, dans un seul cas, paraît être indépendante, toutes les autres peuvent, sans inconvénient, être englobées dans la même apparition, ou du moins comme se succédant à peu de distance les unes des autres.

Dans la vallée de Saint-Amarin, cette formation a une direction approximative E.-O., se rapprochant du N.-E. S.-O. La roche est venue au jour sur quatre points différents, deux sur la rive gauche et deux sur la rive droite. Sur cette dernière rive, elle commence à paraître au Drumont, à la limite du département des Vosges, sur un col placé entre les signaux cotés 1226 et 1203 sur la carte du dépôt de la guerre; puis, en marchant vers l'E., on la retrouve largement développée sur le Steinberg 873, d'où elle descend jusqu'au niveau de la Thur, près de l'église d'Oderen, à 460 mètres.

Sur la rive gauche, on la rencontre au point indiqué Trèh 1145. Ces trois localités, comprenant le Drumont, le Steinberg et le Trèh, se relient entre elles par une droite coupant transversalement la vallée dans la direction E.-N.-E.; puis elle reparaît pour la quatrième fois dans la commune de Geishausen, à la lisière de la forêt de Rennbachwald, sur le chemin du Ballon de Guebwiller. Ce dernier gisement ne se relie plus à la même droite; il s'en écarte sensiblement en se portant vers le S.

La *serpentine* proprement dite se montre sous plusieurs aspects différents; en général, le sol où elle a percé est frappé de stérilité. A quelques dizaines de mètres de la serpentine, sur le terrain de granite ou de transition, la végétation se développe avec luxe : sur la serpentine on ne trouve plus que quelques maigres pâtu-

(1) *Bulletin*, 2e série, t. IV, p. 1249.

rages. Cette roche est massive, nullement cristalline, bien distincte de l'euphotide; elle est en pâte fine, tendre, fendillée de mille façons; à l'extérieur, elle a un aspect brûlé, carié, oxydé; elle ressemble parfois, surtout au Steinberg, près d'Oderen, à une coulée basaltique qui couvrirait les flancs de la montagne. Sa surface extérieure prend des nuances variées, souvent jaune d'ocre; elle passe au rouge brique, ailleurs au gris cendré; cette oxydation est toute superficielle; elle ne s'étend pas au delà de 1 ou 2 centimètres de profondeur : ce n'est qu'en cassant la roche ou lorsque des blocs s'en détachent naturellement par suite de sa facile désagrégation, qu'on reconnaît sa véritable couleur qui est habituellement d'un vert foncé poussé jusqu'au noir.

Au Drumont, la serpentine a subi une *rubéfaction* plus profonde; elle passe dans toute sa masse au rouge brun foncé, avec des alternances de zones rouges et de zones vertes : c'est de préférence dans le voisinage des schistes de transition qu'elle passe au noir. Elle n'a nulle part la structure schisteuse, feuilletée ou laminée de la serpentine du mont Rose; elle est à pâte douce et tendre; les plus gros blocs se cassent facilement sous le marteau en petits fragments irréguliers.

Elle renferme disséminés dans ses interstices plusieurs minéraux étrangers, du talc, de l'asbeste. M. Delesse y a reconnu la présence du chrysotil. Il dit à cet égard : « La serpentine des Vosges est » traversée par un très grand nombre de filons sans direction dé» terminée, et qui pénètrent la roche en tous sens; ces filons sont » souvent microscopiques; et généralement ils ont au plus 1 ou » 2 centimètres de puissance : ils sont produits par une substance » asbestiforme dont les fibres sont perpendiculaires aux épontes » et disposées symétriquement par rapport à la ligne médiane du » filon sur laquelle elles se réunissent.

» On donne généralement à cette substance le nom d'*asbeste*; » toutefois son examen m'a appris qu'elle doit être rapportée au » chrysotil. Elle est formée de fibres parallèles excessivement dé» liées, et qu'on peut assez facilement séparer les unes des autres; » elle est translucide lorsqu'elle est en masse, et même ses fibres » sont transparentes lorsqu'elles sont isolées; elles deviennent » opaques et blanchâtres par leur exposition à l'air. Elle est d'un » vert d'huile qui passe au vert d'olive; elle a un éclat nacré et » soyeux qui est caractéristique (1). »

---

(1) Delesse, *Note sur le chrysotil des Vosges* (*Annales de la Soc. d'ém. des Vosges*, t. VI, 1847).

Suivant l'analyse de M. Delesse, ce chrysotil est un hydrosilicate de magnésie, contenant 13,70 pour 100 d'eau.

La présence de ce minéral n'empêche pas de petits filons millimétriques très rares de véritable asbeste de se trouver aussi dans cette roche.

Sur le Steinberg, du côté de Schliffels, elle est percée par un large filon de plusieurs mètres de puissance d'une roche blanche, à structure saccharine, fort dure, compacte, cassante, infiltrée dans ses moindres fissures de petits filets de matière serpentineuse verte, filon composé d'une roche que M. Delesse a reconnue formée d'un mélange de quartz et de feldspath.

L'*euphotide* de la localité est une roche sur laquelle nous aurons peu de chose à dire. M. Delesse, avec lequel j'ai eu plusieurs fois l'occasion d'explorer les gisements de nos environs, en a récemment donné des analyses très intéressantes (1). Elle se compose essentiellement d'un feldspath du sixième système et de diallage; son feldspath, par sa teneur en silice et en eau, se rapproche tantôt du labrabor, tantôt de la vosgite, tantôt d'une variété d'anorthite. Le diallage est vert, bronzé, à éclat métallique; il contient du chrome. Les minéraux accessoires de notre euphotide sont le fer oxydulé, le talc et des carbonates complexes à base de fer, de chaux et de magnésie (Delesse). Elle est très dure, tenace, susceptible de recevoir un beau poli avec reflets chatoyants; elle se distingue de la serpentine, tout en lui étant habituellement associée; sa structure est éminemment cristalline, et celle de la serpentine est massive; ces deux roches sont fréquemment enchevêtrées l'une dans l'autre et mélangées en masses irrégulières n'ayant aucune analogie avec des filons.

Au Ballon, son gisement présente cela de particulier, que l'euphotide, avec son labrador et son diallage bien caractérisés, ne paraît pas y être associée à la serpentine.

---

(1) *Bulletin*, t. VI, p. 547 : *Recherches sur l'euphotide*. — *Annales des mines*, 4e série, t. XIV, p. 323. — *Euphotide d'Odern*, par M. Delesse.

Euphotide du Ballon.

1 Schiste argileux de transition.
2 Euphotide.
3 Roche porphyroïde douteuse.
4 Granite amphibolique.

Les schistes 1 ne sont pas altérés par le contact immédiat de l'euphotide; ils sont régulièrement stratifiés en couches, se relevant et s'appuyant contre le sommet du Ballon, situé à 2 kilomètres de distance vers le N.-E. Le grain fin et argileux de la roche n'a pas subi d'altération. D'un autre côté, la roche 3, intercalée entre l'euphotide et le granite, a quelque ressemblance avec le porphyre des environs; on y remarque des cristaux de feldspath blanc engagés dans une pâte rouge chargée de quartz.

Le *gneiss* est associé à la formation serpentineuse au Steinberg, au-dessus d'Odern. On retrouve dans cette roche les mêmes éléments minéralogiques que dans le granite du voisinage; mais, au lieu d'y être disposés irrégulièrement, ils y sont placés suivant des couches parallèles, formant une série de bandes ou de rubans nuancés de diverses couleurs; le feldspath et le quartz y sont prédominants; le mica y est moins abondant que dans quelques granites; les paillettes y sont couchées à plat dans le sens des bandes, et forment les lignes de séparation qui donnent l'aspect rubané à la roche; elle se casse ou se sépare d'elle-même facilement, suivant des plans parallèles aux couches; dans le sens perpendiculaire elle est très tenace. Peut-être n'avons-nous ici qu'un granite laminé ou étiré, mais la structure de la roche étant tout à fait identique avec celle qu'on désigne dans les Alpes sous le nom de gneiss, nous lui avons appliqué le même nom.

La *pegmatite*, associée aux roches précédentes, se trouve sur la rive gauche auprès de la serpentine du Trèh; le mica y est en grandes lames hexagonales, de 1 et même de 2 centimètres de

diamètre, fort minces, transparentes, flexibles, d'un blanc d'argent, et serrées les unes contre les autres, de manière à simuler les feuillets d'un livre. Le feldspath et le quartz y sont distribués en masses irrégulières, séparées par des paquets de mica feuilleté. Les caractères minéralogiques de la *pegmatite des Vosges* et ses relations de gisement ont, du reste, déjà été observés et décrits par M. Delesse. (Voir *Annales des mines*, 4e sér., t. XVI, p. 97. *Sur la pegmatite avec tourmalines de Saint-Étienne (Vosges)*, par M. Delesse).

Le *conglomérat ou poudingue de serpentine* qui fait partie de la même formation est une roche qui perce les serpentines sur plusieurs points du pourtour du Steinberg; elle forme des petits promontoires abruptes sur les flancs de la montagne. Elle se compose d'une agglomération de cailloux liés par une pâte serpentineuse; ces cailloux, dont la grosseur varie depuis celle d'une noix jusqu'à celle d'un boulet de 48, sont ordinairement arrondis; quelques uns même sont rigoureusement sphéroïdaux; d'autres sont allongés ou aplatis avec des angles rabattus; les galets anguleux avec des arêtes vives s'y rencontrent aussi, mais elle passe alors à l'état de brèche. Cette roche est excessivement dure; elle est répandue à l'état erratique sous forme de blocs métriques, en aval de son gisement dans les environs de Wesserling. On fait sauter ces blocs avec la poudre, pour les constructions; les galets sont si bien liés entre eux, qu'ils se cassent plutôt que de se détacher de la masse. Sur la surface extérieure de la roche en place, les galets et les cailloux ont moins d'adhérence au ciment; ils finissent peu à peu par se détacher naturellement, et conservent une surface satinée de couleur verte, indépendante de leur composition intérieure. La roche devient aussi remplie de cavités superficielles; sa surface extérieure est profondément fouillée.

Les différentes espèces minéralogiques que j'ai reconnues parmi ces galets sont : le granite, le gneiss, l'euphotide, la pegmatite, le quartz, le schiste argileux, une roche micacée semblable à la minette, une roche amphibolique, une roche analogue au porphyre quartzifère. La pâte enveloppante est peu développée; les galets englobés sont très nombreux et se touchent presque tous, au moins par un point de leur circonférence; fréquemment la pâte disparaît en entier; elle est remplacée par un ciment d'euphotide reconnaissable à son diallage et à son labrador. Les galets de granite sont bien caractérisés; ils sont de la variété porphyroïde à grain fin; il s'en trouve aussi à grain grossier avec mica abondant. Ceux de gneiss sont les plus nombreux dans la masse; les miné-

raux y sont associés par bandes parallèles comme dans le gneiss du voisinage. Les galets d'euphotide sont aussi nets que les précédents; cette roche n'y figure pas toujours à l'état de fragments circonscrits; elle peut aussi former pâte enveloppante. Les galets de quartz blanc, ceux de porphyre et ceux de schiste, sont dans ce poudingue beaucoup moins abondants que les précédents.

De l'âge de la formation. — En suivant horizontalement le Steinberg à 250 mètres au-dessus du sol de la vallée et sur une longueur d'un kilomètre, on coupe successivement, en partant de Schliffels, le schiste argileux de transition, la serpentine proprement dite, le poudingue de serpentine, le filon de quartz et feldspath, la serpentine, l'euphotide, le granite porphyroïde, le poudingue et le gneiss, le schiste argileux, le granite porphyroïde.

Au Drumont, la formation avec tout son cortége, ses poudingues et ses euphotides, touche d'une part aux schistes de transition et de l'autre aux granites.

D'après ces données, tout imparfaites qu'elles soient, on peut en déduire des notions sur son âge; notre système serpentineux est le plus jeune de toutes les roches pyrogènes des environs; elle est plus moderne que les schistes argileux de transition. Indépendamment des roches préexistantes dont nous avons constaté le contact avec MM. de Billy et Delesse, le conglomérat dont nous venons de parler donne à cet égard des indications très claires; toutes les espèces de galets dont nous avons reconnu la qualité existaient avant l'apparition du ciment qui les a si fortement liés; ce ciment est tantôt de la serpentine, tantôt de l'euphotide. Ces deux roches sont donc contemporaines; néanmoins l'euphotide paraît avoir précédé immédiatement la serpentine, puisqu'on la trouve dans le poudingue sous deux formes différentes, soit à l'état de galet, soit à l'état de pâte enveloppante, et la serpentine jamais à l'état de galet bien caractérisé.

La formation serpentineuse de notre vallée a donc percé toutes les formations préexistantes, en choisissant de préférence les plans de séparation des formations sédimentaires et des formations pyrogènes; le chemin qu'elle s'est frayé à travers ces roches touche d'un côté aux granites et d'un autre aux terrains de transition.

Des effets métamorphiques produits par la serpentine. — Ces effets sont faibles et peu marqués dans la localité; ils n'ont point exercé leur action à distance; il faut se rapprocher du contact immédiat pour apercevoir quelque changement dans la nature des roches traversées; les schistes argileux sont intacts; leur texture ardoisière à pâte fine s'est conservée sans altération sensible; près

d'Odern, on remarque cependant des infiltrations de matière verte entre les joints des feuillets du schiste ; la roche en a contracté une nuance vert-noirâtre qui lui donne quelque ressemblance avec la serpentine elle-même, mais cette action est fort limitée et ne s'est pas propagée au loin.

Quant au granite, les changements survenus dans son régime, par suite de l'introduction de la serpentine dans son domaine, ne paraissent pas l'avoir beaucoup affecté. Au Steinberg et au Drumont, la serpentine est soudée intimement au granite à petit grain, sans que ce dernier soit modifié dans ses propriétés essentielles.

Ces effets métamorphiques si faiblement accusés feraient donc supposer que le phénomène ne s'est pas opéré dans des conditions de haute température, ni que l'apparition de la roche ait eu lieu par un procédé prompt et énergique. Tout nous porte à croire en effet, en examinant le peu de dérangement et le peu de changement subi par les roches traversées, que l'apparition de la serpentine s'est effectuée par des moyens lents, sous l'influence d'une température qui n'avait rien d'extraordinaire dans son intensité.

Sur la proposition de M. Michelin, la Société nomme une Commission chargée d'aviser aux moyens de célébrer, par un banquet, le 20e anniversaire de sa fondation, qui tombe le 17 mars 1850. — Les commissaires désignés au scrutin sont : MM. Michelin, d'Archiac, de Verneuil et Ch. Deville.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Durocher :

Observations sur le test des Trilobites et des animaux fossiles en général, par M. J. Durocher.

Les observations que j'ai faites sur les Trilobites m'ont convaincu de la fausseté d'une théorie présentée, il y a quelque temps, à l'Académie, et dans laquelle on a divisé ces crustacés en deux groupes, l'un comprenant les Calymènes, *Proetus*, Phacops, etc., qui devaient être pourvus d'un tégument calcaire, l'autre contenant les Ogygies, Illœnus, Nilœus qui n'auraient eu qu'un test corné. Dans les formations schisteuses de la Bretagne les premiers se montrent fréquemment changés en pyrite de fer ; mais d'après cette théorie les Trilobites du second groupe n'auraient jamais éprouvé une telle transformation. Or, j'ai constaté de la manière la plus certaine, que ces derniers ont été fort souvent

aussi changés en pyrite : quelquefois, il est vrai, le sulfure de fer a disparu en se sulfatisant, mais alors il a ordinairement laissé une croûte d'hydroxyde de fer d'un jaune brunâtre, dans laquelle j'ai reconnu, à la loupe, des grains pyriteux encore intacts : c'est très visible sur des échantillons d'Illœnus et de Nilœus ; les Ogygies des schistes de Vitré ont souvent conservé une partie de la pyrite qui les a incrustées. D'ailleurs, j'ai sous les yeux une Ogygie (*Asaphus Buchii*) dans laquelle on observe encore des traces du tégument calcaire. Ainsi l'on voit combien est peu fondée la théorie d'après laquelle les Illœnus, Nilœus et Ogygies auraient différé des Calymènes, Phacops, etc., par l'existence d'une enveloppe cornée. Les Trilobites, en général, me paraissent avoir un tégument de nature calcaire, mais d'épaisseur variable, suivant les genres et suivant les espèces.

Je ne pense pas que l'on doive attacher une grande importance à la présence ou à l'absence de la pyrite de fer dans les animaux fossiles, et il serait erroné de prétendre que ceux qui n'offrent plus aujourd'hui ni carbonate de chaux, ni sulfure de fer, ont été privés d'un test calcaire. En effet, le manque absolu de conservation du tégument ou de la charpente calcaire a lieu pour la plupart des Mollusques et des Zoophytes, dont j'ai observé les restes dans les terrains de schiste, de grauwacke et de grès de la Bretagne, terrains qui sont les plus abondants en cette contrée. Il doit nécessairement en être ainsi, car les eaux atmosphériques qui s'infiltrent dans ces terrains contiennent de l'acide carbonique, et dissolvent rapidement le carbonate de chaux formant le test des animaux marins qui s'y trouvent ; les eaux qui circulent dans les terrains calcaires n'exercent pas en général une action semblable sur les fossiles qu'elles rencontrent dans leur trajet souterrain, car elles se saturent promptement de carbonate de chaux, et elles en déposent même fréquemment, lorsqu'une cause quelconque vient à éliminer une portion de l'acide carbonique qui tient les molécules calcaires en dissolution.

Quant au dépôt de la pyrite de fer à l'intérieur des terrains sédimentaires, il exige le contact d'eaux ferrugineuses et sulfatées avec des matières organiques, hydrogénées et carbonées ; si les Trilobites de la Bretagne sont fréquemment pyritisés, c'est qu'ils se rencontrent pour la plupart dans des schistes noirâtres, plus ou moins mélangés d'une substance charbonneuse, provenant de la décomposition des corps organiques qui s'y trouvaient au moment de la sédimentation. Le sulfure de fer produit par voie de réduction de l'acide sulfurique et de l'oxyde de fer n'a pas seulement

incrusté le test des Trilobites, mais il s'est répandu en très grande quantité dans la masse environnante, où il forme des grains disséminés et des nodules compactes, de façon qu'il est impossible de tirer de la présence ou de l'absence accidentelle de ce minéral des conclusions positives concernant la nature du test des crustacés ou des autres animaux fossiles.

Dans cette note je ferai aussi remarquer les inconvénients de la tendance à attribuer à la présence de quelques fossiles une importance trop exclusive dans la classification des terrains : la connaissance des formations sédimentaires ne peut être complète que par la réunion de trois sortes d'études, stratigraphiques, lithologiques et paléontologiques. La rareté et l'imparfaite conservation des fossiles dans les terrains anciens rendent évidente l'insuffisance de la paléontologie, lors même que ses déductions auraient une certitude absolue ; en Bretagne, les espaces où l'on ne trouve pas de fossiles bien caractérisés occupent une immense étendue ; mais, en ayant égard aux caractères géologiques, j'ai pu suivre les formations stratifiées d'une extrémité à l'autre de la contrée. D'ailleurs j'y ai observé des fossiles en divers endroits qui n'ont point encore été signalés, notamment dans les schistes ardoisiers de Châteaulin, qui me paraissent correspondre à ceux d'Angers et de la partie méridionale de l'Ille-et-Vilaine.

Il est une circonstance dont en général on ne tient pas suffisamment compte dans les conclusions que l'on tire de la présence des animaux fossiles ; je veux parler de la nature du milieu dans lequel ils ont été enfouis. Ce que nous observons actuellement sur les côtes nous montre que les animaux marins qui ont vécu dans les fonds de mer où se déposait un sédiment vaseux ne devaient pas être identiques avec ceux qui, à la même époque, habitaient les lieux où se produisait un dépôt calcaire ou une formation arénacée ; par suite, les différences paléontologiques qu'offrent les divers gîtes de fossiles, situés les uns dans des schistes, les autres dans des grès ou pierres calcaires, ne doivent pas toujours provenir de différences dans l'âge de ces terrains. Ainsi les diverses espèces de Calymènes, d'Ogygies et de la plupart des Trilobites de la Bretagne se rencontrent presque toujours dans les schistes, rarement dans les grès qui les accompagnent et qui en sont contemporains. D'un autre, côté la pauvreté en Mollusques et en Polypiers de ces vastes formations schisteuses et arénacées me paraît tenir en grande partie à l'absence ou à la rareté des dépôts calcaires.

M. Marie Rouault annonce qu'il répondra, dans la prochaine séance, à la note précédente.

M. Delesse fait la communication suivante :

Sur le porphyre de Lessines et de Quenast (Belgique), par M. Delesse, ingénieur des mines.

On exploite sur plusieurs points de la Belgique, et en particulier à Lessines et à Quenast, un porphyre qui, dans ses divers gisements, présente des caractères bien constants. Sur l'invitation de M. d'Omalius d'Halloy, qui m'a fourni tous les matériaux et tous les renseignements nécessaires, j'ai entrepris de déterminer la composition minéralogique et chimique de ce porphyre dont j'ai visité les carrières en 1846, et je vais faire connaître le résultat de mes recherches.

Le *feldspath* constituant de ce porphyre est en cristaux maclés et finement striés, montrant qu'il appartient toujours au sixième système; ces cristaux, qui sont quelquefois assez nets, ont seulement quelques millimètres, et donnent à la roche la structure porphyrique; leur couleur est le blanc ou le blanc légèrement verdâtre, à éclat vitreux. Quand ils ont une couleur jaune verdâtre, avec éclat gras, comme leur dureté est beaucoup moins grande que celle des cristaux blancs, il est probable qu'ils ont été altérés par infiltration et par voie de pseudomorphose; quand ils ont une couleur rouge, ils ont été altérés par l'action atmosphérique qui a produit leur rubéfaction.

D'après M. Dumont, les cristaux de feldspath tapissent quelquefois les fissures du porphyre (1).

J'ai analysé des cristaux blancs légèrement verdâtres et assez purs, extraits d'un échantillon qui provenait des carrières de Quenast; ils se détachaient bien de la pâte de couleur verte assez foncée dans laquelle il y avait quelques grains de quartz.

J'ai trouvé qu'ils contenaient :

(1) *Mémoire sur la constitution géologique de la province de Liége. Diorite*, p. 18, etc.

Silice.	63,70
Alumine.	22,64
Oxyde de fer	0,53
Oxyde de manganèse.	traces
Magnésie	1,20
Chaux	1,44
Soude.	6,15
Potasse	2,81
Perte au feu	1,22
Somme. . .	99,69

Le feldspath constituant de ce porphyre est donc de l'*oligoclase*.

De même que, dans tous les porphyres, cet oligoclase est répandu dans un résidu de cristallisation contenant toutes les substances qui entrent dans le feldspath, mais en proportions un peu différentes, je le désignerai sous le nom de *pâte feldspathique*.

La couleur verte de cette pâte indique qu'elle est plus riche en oxyde de fer et en magnésie que le feldspath, et il est possible que sa couleur verte doive être attribuée à un commencement de pseudomorphose; en effet, quand on examine avec un microscope certaines parties vert foncé, on reconnaît qu'elles sont formées par de petites paillettes agglomérées, de couleur vert noirâtre, qui tapissent les interstices laissés entre les cristaux de feldspath, ainsi que les cavités de forme irrégulière qui se trouvent dans la roche. Ces paillettes sont microscopiques, et, au premier abord, il est assez difficile de savoir à quel minéral on doit les rapporter; mais j'ai extrait quelques décigrammes des parties vert foncé d'un échantillon du porphyre du Quenast, et j'ai trouvé que leur perte au feu était de 5,29. Comme l'examen à la loupe montre que ces paillettes sont seulement mélangées de feldspath, qui s'y trouve du reste en assez grande proportion, il en résulte que leur perte au feu est encore notablement supérieure au nombre obtenu dans l'expérience précédente qui a eu lieu sur de la matière impure, et par conséquent elles ne sauraient être rapportées ni au mica ni au talc, ainsi que l'admettent beaucoup de géologues. Je regarde avec M. Dumont ces paillettes, qui sont du reste très tendres, comme une variété de *chlorite* qui, d'après sa couleur verte, tirant quelquefois sur le noir, est riche en oxyde de fer, et dont la composition doit se rapprocher beaucoup de celle de la chlorite ferrugineuse (1) et du ripidolithe; son gisement présente du reste la plus grande analogie avec celui de ces deux variétés de chlorite; car elles se

(1) *Annales des mines*, 4e sér., t. XII, p. 223.

sont surtout développées dans les cellules des Mélaphyres et des Roches volcaniques ou dans les cavités des Protogines et des Roches talqueuses.

Après calcination, la chlorite prend une couleur bronzée, et ses paillettes se distinguent plus facilement. J'ai dessiné à la loupe un fragment de porphyre de Quenast, présentant une pâte rougeâtre avec quelques taches vertes, et le dessin reproduit ici

montre bien que ces taches vertes résultent de l'agglomération d'une multitude de paillettes qui vont se fondant dans la pâte de la roche. Il montre aussi que ces paillettes sont dans des cavités microscopiques, et par conséquent leur mode de gisement est complétement analogue à celui des minéraux desquels je viens de parler.

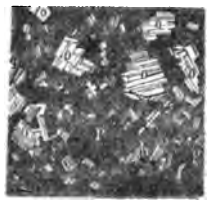
Le *quartz* se rencontre assez souvent dans la pâte du porphyre; il est en grains hyalins blancs ou grisâtres, ayant plusieurs millimètres qui sont toujours très nettement séparés de la pâte; le plus généralement il a des formes irrégulières ou arrondies, qui le font ressembler à des gouttelettes; quelquefois cependant il a des formes angulaires qui résultent d'une cristallisation confuse. M. Drapiez (1) l'a observé en cristaux dihexaèdres comme dans le porphyre quartzifère. Du reste, il n'y a pas toujours du quartz dans ce porphyre, et, d'après M. Dumont, c'est, en particulier, ce qui a lieu pour la variété qu'il a découverte à Hozémont; par conséquent, lors de la cristallisation de la roche, il n'y avait qu'un petit excès de silice, et encore n'était-ce pas dans toutes ses parties.

Dans divers échantillons, soit dans ceux qui ont une couleur claire, soit dans ceux qui ont une couleur foncée et uniforme, on observe des lamelles d'*amphibole* hornblende qui peuvent même avoir quelques millimètres de longueur : cette amphibole qui est tantôt verte tantôt vert noirâtre, est cependant assez rare, ainsi que l'a déjà fait remarquer M. Dumont. Dans beaucoup d'échantillons elle est presque méconnaissable; elle a conservé en partie

(1) *Mémoires couronnés par l'Académie de Bruxelles*, t. III. *Coup d'œil minéralogique sur le Hainaut*, par M. Drapiez, p. 18 et suivantes.

la structure lamelleuse, mais elle est devenue très tendre et elle se laisse même rayer par l'ongle; elle est alors pénétrée et entourée par la chlorite, de laquelle j'ai parlé précédemment, qui s'est sans doute formée par voie de pseudomorphose, et, d'après les travaux remarquables qui viennent d'être publiés par M. G. Bischoff, il est très vraisemblable que ce pseudomorphose résulte d'une décomposition intime qui se serait opérée dans la roche.

Le croquis ci-dessous peut servir à donner une idée de la structure de ce porphyre de Belgique ainsi que des proportions relatives des principaux minéraux qu'on y observe. Dans ce croquis P est la pâte feldspathique qui, dans certaines parties, est pénétrée de chlorite; c'est la substance dominante de la roche, et elle se fond avec le feldspath oligoclase O, qui est, lui-même, assez abondant. Le quartz Q et la hornblende *h* ne se présentent d'ailleurs qu'en cristaux bien isolés et ordinairement assez rares.



De même que la plupart des porphyres, le porphyre que nous étudions contient mélangés dans sa pâte du *carbonate* de chaux et des *carbonates* à bases de fer, qui résistent à l'action de l'acide acétique.

Il y a aussi de la *pyrite de fer* (1); à Lessines il y a en outre de la *pyrite de cuivre* tantôt cristallisée, tantôt amorphe, en nodules qui ont au plus la grosseur d'une noisette, et du *cuivre carbonaté* vert qui est en veinules dans le porphyre, ou à l'état terreux disséminé dans les variétés décomposées et qui passent à l'état d'argile (2).

Enfin, de même que dans les porphyres qui ont pour base un feldspath du sixième système, on y trouve des géodes et de petits

(1) *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, par d'Omalius d'Halloy, p. 25.

(2) *Mémoires couronnés par l'Académie de Bruxelles*, t. III. *Coup d'œil minéralogique sur le Hainaut*, par M. Drapiez, p. 18 et suivantes.

filons formés de *quartz* hyalin, quelquefois enfumé, d'*épidote* verte et de *chaux carbonatée* blanche spathique; mais il y a de plus, à Lessines, de l'*axinite* violette présentant les formes équivalentes et sous-doubles de Haüy. Ces minéraux ont été observés depuis longtemps par M. Drapiez, qui a constaté que l'épidote forme de beaux cristaux recouverts par de la chaux carbonatée, de laquelle ils peuvent être facilement débarrassés par un acide. D'après M. Drapiez, cette épidote contient : Silice, 34; alumine, 26; chaux, 19; peroxyde de fer, 17; oxyde de manganèse, 1; eau et perte, 3.

L'épidote est beaucoup plus abondante qu'elle ne l'est généralement dans les porphyres; dans la variété de Quenast, par exemple, elle forme un très grand nombre de petits nids disséminés, soit dans la pâte, soit dans le feldspath; ses cristaux sont microscopiques et peu nets; elle a une couleur jaune paille très légèrement verdâtre; quelquefois elle s'est développée dans un cristal d'oligoclase dont elle a conservé la forme, et qui prend alors une couleur jaunâtre et une structure cristalline grenue.

Porphyre. — J'ai constaté que le porphyre perd complétement sa couleur verte quand on l'attaque par l'acide chlorhydrique, bouillant soit avant, soit après calcination; il est donc impossible d'attribuer cette couleur verte à de l'amphibole qui ne s'observe d'ailleurs qu'en cristaux bien isolés et qui par conséquent ne colore pas la pâte felspathique.

J'ai déterminé la perte au feu de quelques échantillons de ce porphyre, et j'ai trouvé :

1° Porphyre vert noirâtre avec cristaux d'oligoclase blanchâtre et un peu de quartz — de Belgique.	1,85
2° Porphyre à pâte feldspathique verdâtre, avec cristaux d'oligoclase, chlorite, quartz et petits nids d'épidote — de Quenast.	1,97
3° Porphyre à pâte feldspathique rubéfiée, contenant des cristaux d'oligoclase, des nids de chlorite formant des taches vertes, des grains de quartz et de petits nids d'épidote — de Quenast.	2,10
4° Porphyre à pâte feldspathique verte bleuâtre, avec cristaux d'oligoclase blanc verdâtre — de Lessines. . .	5,11

On voit que la perte au feu du porphyre est généralement un peu supérieure à celle du feldspath qui forme la base, et c'est d'ailleurs ce qui devait être à cause du mélange de la chlorite; quelquefois cependant, comme pour le porphyre de Lessines, la

perte au feu dépasse celle du feldspath de plusieurs centièmes, ce qui doit être attribué à la présence de carbonates.

Quand ce porphyre est calciné à creuset découvert, il prend une couleur blanc grisâtre ou rougeâtre dans les parties feldspathiques. et une couleur brun tombac avec reflets dorés dans les parties qui contiennent de la chlorite.

J'ai fait un essai ayant pour but de déterminer approximativement la composition moyenne de la masse de la roche, j'ai opéré sur un échantillon qui provenait de la première carrière de Lessines dans laquelle il a été recueilli par M. Dumont. Il avait une pâte vert foncé, dans laquelle se trouvait de la chlorite disséminée; ses cristaux d'oligoclase, de couleur blanc verdâtre, s'en détachaient d'ailleurs d'une manière très nette.

1 gramme de l'échantillon calciné et porphyrisé a été mis en digestion pendant douze heures avec l'acide chlorhydrique, afin de déterminer la proportion qui se dissoudrait dans l'acide; j'ai obtenu un résidu grisâtre, à peu près décoloré, pesant 75,00 p. 100 du poids attaqué; le quart de la roche avait donc été dissous, et j'ai constaté que l'oligoclase avait été partiellement attaqué, car la liqueur contenait quelques centigrammes d'alcalis. Quant au résidu soluble, il était formé de 18,50 de silice qui a été séparée par dissolution dans la potasse, et de 56,50 de matière incomplétement attaquée.

L'oligoclase des roches s'attaquant par l'acide chlorhydrique, on voit qu'on ne peut doser exactement les carbonates mélangés d'après la proportion des bases qui sont dissoutes dans cet acide, lors même que la roche a pour base un feldspath riche en silice tel que l'oligoclase.

Cet échantillon du porphyre de Lessines renfermait :

Silice.	57,60
Alumine et peroxyde de fer. .	25,00
Chaux	3,23
Magnésie et alcalis.	9,92
Eau et acide carbonique. . .	4,25
Somme totale.	100,00

La teneur en silice de ce porphyre est assez faible et notablement inférieure à celle de l'oligoclase qui a été analysée précédemment; cela tient à la présence des carbonates, d'un peu de chlorite et, du reste, l'échantillon analysé ne contenait pas de quartz.

On conçoit d'ailleurs que la teneur en oxyde de fer, en magnésie et en chaux, ainsi que la perte par calcination, doivent être plus

grandes que dans le feldspath, tandis que la teneur en alcalis est au contraire plus petite.

Quoique le porphyre de Belgique renferme du quartz, sa teneur en silice est très notablement moindre que celle du porphyre quartzifère proprement dit, pour lequel elle n'est guère inférieure à 70 p. 100 : de plus, il est à base d'oligoclase, et il ne renferme pas d'orthose, qui est au contraire le feldspath dominant de ce dernier; par conséquent, ces deux roches diffèrent entre elles par un caractère minéralogique très important.

On peut au contraire le rapprocher du porphyre de Chagey qui, indépendamment de la similitude qu'il offre dans ses caractères minéralogiques et chimiques, se trouve comme lui dans le schiste de transition (1).

Il présente même plusieurs analogies avec le porphyre rouge antique dont je ferai connaître prochainement la composition à la Société, et qui au premier abord semble cependant en différer beaucoup; le porphyre rouge antique est en effet, comme lui, à base d'un feldspath pouvant être rapporté à l'oligoclase, et il contient quelquefois des lamelles d'amphibole; mais il en diffère en ce que sa pâte feldspatique est rouge au lieu d'être verte, et en ce qu'il ne s'y est pas développé de chlorite, en ce qu'elle ne renferme généralement pas de quartz, et en ce qu'elle contient des grains de fer oligiste.

Gisement. — Le porphyre de Belgique qui vient d'être décrit, se montre sur une petite étendue, et seulement en quelques points isolés; il s'observe surtout dans le terrain de schiste ardoisier dans lequel il est intercalé. A Quenast il forme une petite colline qui est entourée de schiste ardoisier, et près du contact le porphyre semble passer à de véritables couches (2). A Lessines, au contraire, il se divise en prismes (3).

La carte géologique de M. Dumont, qui accompagne l'ouvrage de M. d'Omalius sur la géologie de la Belgique (4), fait connaître les localités dans lesquelles ce porphyre a été reconnu; outre Lessines, Quenast, on peut citer plusieurs autres points entre Enghien et Nivelles, Pitet sur la Mehagne, Hozémont à l'O. de Liège, Hennuyères au S. d'Audimont, etc.

---

(1) *Annales des mines*, 4e sér., t. XVI, p. 236. *Recherches sur le porphyre quartzifère*, et *Bulletin*, 2e sér., t. VI, p. 629.

(2) *Bulletin*, 2e sér., t. V.

(3) *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, p. 23, etc.

(4) Walchner, *Handbuch der geognosie*, p. 42.

Ce porphyre est susceptible de se décomposer par la kaolinisation de son feldspath, c'est ce qu'on observe surtout dans ses parties supérieures exposées à l'action atmosphérique ; il finit par se transformer en un kaolin coloré, en brun jaunâtre par de l'hydroxyde de fer et dans lequel on retrouve seulement quelques grains de quartz.

Ce porphyre qui est employé pour le pavage, est exploité dans de grandes carrières, desquelles on extrait les pavés qui servent dans le Brabant, dans la Flandre et dans la plus grande partie de la Belgique, ainsi que dans la Hollande; depuis quelques années, il fait même concurrence, à Paris, au grès de Fontainebleau. Il donne des pavés dont la durée est indéfinie, et qui ne deviennent jamais friables comme le grès, mais qui ont cependant le grand inconvénient, lorsqu'ils ont été polis par l'usure, d'être trop glissants sous les pieds des chevaux.

Séance du 18 *mars* 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Le docteur Fleury, chirurgien de la marine, à Paris, rue Mabillon, 18, présenté par MM. Viquesnel et Deville;

Le baron Félix de Francq, membre de plusieurs Sociétés savantes, à Paris, rue de la Chaussée-d'Antin, 58 *bis*, et au château de Dyek, près de Neuss (Prusse-Rhénane), présenté par MM. Charles d'Orbigny et de Jussieu.

Le président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants;* février 1850.

De la part de M. A. Rivière, *Extrait d'un mémoire sur les filons métallifères, principalement sur les filons de blende et de galène que renferme le terrain de la grauwacke de la rive droite du Rhin, dans la Prusse* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI. — 1849); in-8, 27 p. Paris, chez Martinet.

De la part de M. Scarabelli, *Sulla diversa probabilità*, etc. (Sur diverses probabilités de réussite des puits artésiens dans le territoire d'Imola); in-8, 22 p., 1 pl. Imola, 1850, chez Vincenzo dal Pozzo.

De la part de M. Ch. H. Davis, *A memoir*, etc. (Mémoire sur l'action géologique des marées et courants de l'Océan) (extr. des *Mém. de l'Acad. amér. des arts et sc.*, nouv. sér., vol. IV); in-4, 40 p., 2 pl. Cambridge (Amérique), 1849, chez Metcaff et comp.

De la part du Dr Bretschneider, *Versuch*, etc. (Essai d'un système de pathologie et de thérapeutique des névralgies externes); in-8, 435 p. Iéna, 1847, chez Fredrich Mauke.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1850, 1er sem., t. XXX, nos 9 et 10.

L'Institut; 1850, nos 844 et 845.

Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire; t. XXIX, nos 2 et 3, avril à septembre 1849.

The Athenæum; 1850, nos 1167 et 1168.

The American Journal of science and arts, by Silliman, 2e sér., vol. VII, no 21, mai 1849; vol. VIII, nos 22 à 24, juillet, septembre et novembre 1849; vol. IX, no 25, janvier 1850.

Proceedings of the American philosophical Society; vol. V, no 43, april-september 1849.

Proceedings, etc. (Procès-verbaux de la Société américaine pour l'avancement des sciences); 1re réunion, tenue à Philadelphie en sept. 1848; in-8, 156 p. Philadelphie, 1849, chez John C. Clark.

M. Boué, dans une lettre adressée à M. Viquesnel, dit qu'il a donné à l'Académie de Vienne un mémoire sur les traces de

pas humains dans les deux Amériques, au Mexique, en Asie, dans l'Indostan, le royaume de Siam, la Sibérie, dans la Nouvelle-Hollande, et même en Europe, dans la Basse-Autriche. Ces pas sont sculptés sur le calcaire, le grès ou le granite, toujours au bord des rivières et dirigés vers l'eau. On a quelquefois ajouté à ces sculptures des pieds de gallinacés, des pieds de chevaux, etc. M. Boué regarde ces diverses figures comme des indices de migrations très anciennes de peuplades sauvages.

Après cette lecture, M. Boubée dit qu'il ne peut admettre comme prouvée l'existence de pas d'hommes, empreints sur le granite, dont parle M. Boué. Il existe dans les Pyrénées, comme dans une foule de localités, des pas de ce genre, auxquels se rattachent des traditions populaires. M. Boubée a toujours reconnu que ces prétendus pas humains n'étaient que le résultat d'altérations fort naturelles, comme, par exemple, de rognons d'un granite empâtés dans un autre moins susceptible d'être désagrégé, ou d'un calcaire rongé par l'action des eaux, toutes circonstances qui concordent très bien avec le voisinage du cours d'eau qui a pu être l'agent de ces altérations. Mais M. Boubée ne peut admettre que ces pas soient constamment *tournés vers la rivière*, et encore moins y voir les traces d'anciennes migrations.

M. d'Omalius dit que M. Boubée lui paraît confondre deux choses entièrement différentes. Les fausses *empreintes* de pas humains, auxquels se rattachent des légendes surnaturelles, n'ont, en effet, absolument rien de commun avec de véritables *sculptures*, exécutées dans la pierre, et dont parle M. Boué. Celles-là peuvent parfaitement avoir été l'ouvrage de peuples sauvages.

M. de Verneuil rappelle que ces sculptures, observées distinctement et en grand nombre sur les bords du Mississipi, de l'Ohio, etc., ont été très bien expliquées par M. Owen.

M. Boubée dit qu'il n'avait pas compris qu'il s'agit de sculptures.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante, communiquée par M. Deshayes :

Un jeune missionnaire, M. André Cornette, professeur à Bogota, vient d'écrire à M. Morelet, mon collègue à la commission scientifique d'Algérie, une lettre dont plusieurs passages peuvent intéresser la Société. J'ai obtenu facilement d'en extraire les documents qui se rapportent particulièrement aux matières dont la Société s'occupe.

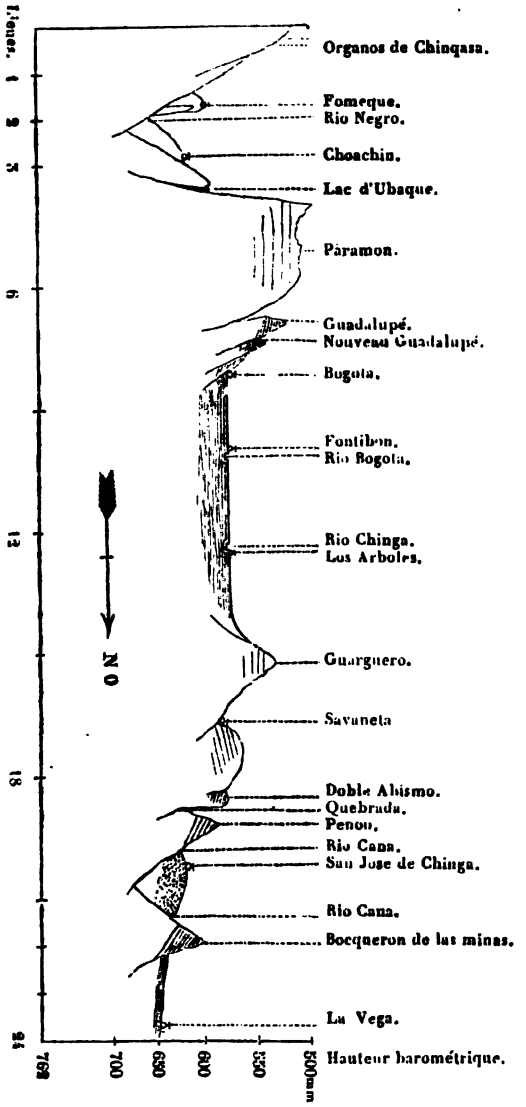
Pendant les vacances de l'année dernière, M. Cornette a parcouru dans tous les sens la savane de Bogota; il a suivi les escarpements des rivières, les ravins des torrents. Il est descendu dans les puits creusés par les habitants : partout, sur tous les points, il a reconnu l'identité la plus parfaite dans l'ordre, le nombre et l'épaisseur des couches. Malheureusement M. Cornette ne s'explique pas sur l'âge géologique de cette vaste plaine dont les couches ont conservé leur horizontalité.

Pendant les vacances de cette année, M. Cornette, aidé de quelques élèves, a pris la hauteur des monts Guadalupé et Monserrate, à l'E. de Bogota, d'abord avec le baromètre, ensuite avec un théodolite répétiteur et un sextant. Les résultats des deux méthodes d'observation se sont accordés à trois mètres près. Sur le Guadalupé, toutes corrections faites, le baromètre a donné $520^{mm},4$ à la température de 13° centigrades, à dix heures trente minutes du matin; sur le Monserrate, le baromètre a marqué 523^{mm} à la température de 14°, à trois heures du soir, tandis qu'à Bogota le baromètre marquait 563^{mm} à 19° de température pour le Guadalupé, et $559^{mm},2$ à 20° de température pour le Monserrate. Jamais M. Cornette n'avait vu descendre le baromètre aussi bas (1).

Dans une course d'environ vingt-quatre lieues, M. Cornette a traversé une partie de la chaîne des Andes, depuis le Paramon jusqu'à la Vega. Dans cette course, il a pris les mesures barométriques des points les plus élevés, et il a tracé la coupe générale ci-contre du pays.

---

(1) Les altitudes calculées d'après les données barométriques de M. Cornette sont, pour le Guadalupé, 3322 mètres, et pour le Monserrate, 3224 mètres, en attribuant à Santa-Fé de Bogota une altitude de 2661 mètres. On a dû admettre que les températures de l'air étaient sensiblement les mêmes que celles du mercure de l'instrument. (*Note du secrétaire.*)



Les observations géologiques de M. Cornette se réduisent, quant à présent, à indiquer de grandes masses schisteuses, à la base des puissantes montagnes qu'il a traversées, tandis que les sommets sont couronnés par d'épaisses assises de grès, inclinées et

disloquées, phénomènes que M. Cornette attribue aux mouvements impétueux de grandes masses d'eau. Dans ses courses, notre jeune géologue a rencontré des fossiles; il les a recueillis avec soin, il sent quels secours il pourrait en attendre; mais il ne les connaît pas assez; il se propose d'en faire une étude approfondie et de communiquer ensuite le résultat de ses recherches.

Si imparfaites qu'elles soient, les observations de M. Cornette ont cependant un intérêt réel, ayant pour objet un pays encore peu connu, et sur lequel bien des travaux mériteraient d'être entrepris par des géologues expérimentés.

M. Élie de Beaumont fait remarquer qu'en jetant un coup d'œil sur la coupe qui est jointe à cette note, on distingue deux formations, dont l'une paraît s'être déposée dans les anfractuosités de l'autre.

M. Marie Rouault lit la note suivante, en réponse à celle de M. Durocher, lue dans la dernière séance :

Observations sur une note communiquée à la séance dernière, sur l'organisation des Trilobites, par M. Marie Rouault, pensionnaire de la ville de Rennes.

Si les diverses communications que j'ai déjà eu l'honneur de faire à la Société sur les fossiles et les terrains anciens de la Bretagne n'étaient pas publiées, malgré les quelques imperfections qui s'y rencontrent et qui ne sont dues qu'aux conditions dans lesquelles je me trouvais à l'époque où je les ai rédigées (1), je m'empresserais de les livrer immédiatement à la publicité. Car si la manière dont j'ai expliqué certains faits que j'ai signalés laisse à désirer, elle a cela de commun au moins avec les explications qui depuis ont été données sur ce même sujet, et les faits que j'ai cités restent toujours des faits désormais acquis à la science.

(1) Pour indiquer quelques unes des causes de ces imperfections, il me suffira de rappeler que j'ai été pâtre, et que mes premières observations datent de cette époque. C'est un peu plus tard, dans ma boutique de perruquier, à Rennes, que j'ai complétement rédigé mon premier mémoire sur le test des Trilobites. Quant aux erreurs de nomenclature qui peuvent exister dans mon catalogue des fossiles, elles résultent d'indications fausses qui me furent données lorsque je le dressais.

Ce n'est pas seulement parce que dans ces publications j'ai constaté l'existence d'une riche faune dans les terrains paléozoïques de l'Ouest de la France, fait qui, là et aussi ailleurs, avait été révoqué en doute jusqu'à l'époque de mes découvertes; ce n'est pas non plus à cause des conséquences que j'ai déduites de ces découvertes, soit en confirmant les conclusions de MM. d'Archiac et de Verneuil relativement au calcaire de Gahard, d'Yzé, etc., soit en ramenant le premier à cette même formation dévonienne des schistes qui en étaient séparés et dont la classification, différente de la nôtre, n'avait pas été contestée jusqu'à nous; mais c'est aussi par suite de recherches toutes particulières sur l'organisation de quelques uns de ces fossiles, que j'ai fixé l'attention des savants sur des faits imparfaitement connus ou même nouveaux, soit sous le rapport de la distinction des espèces, soit sous celui de la structure de leur enveloppe tégumentaire.

Cette dernière étude surtout pourra devenir un jour utile à la science. En effet, lorsque les faits d'observation seront devenus plus nombreux, si l'on veut arriver à des résultats plus précis en poursuivant les recherches jusque dans les conditions d'habitat de l'espèce, ces dernières ne pourront lui être révélées que par une connaissance exacte de l'organisme, et, dans ce but, nous ne devons rien négliger de ce qui peut nous y conduire.

Ainsi, tel genre propre à un même horizon peut se rencontrer sous des formes notablement différentes à des distances quelquefois très rapprochées, le genre *Ogygia*, par exemple, qui se rencontre à la fois dans les terrains du système silurien inférieur en Bretagne et en Angleterre. Suivant qu'on en recueille les représentants dans l'une ou l'autre de ces deux contrées, ces espèces nous présentent toujours un certain caractère de famille qui les réunit entre elles et les distingue de celles de l'autre localité, lesquelles à leur tour nous offrent aussi le même phénomène (1).

Cette différence pourra peut-être s'expliquer par les milieux

(1) On serait peut-être surpris si je disais qu'entre *Ogygia Guettardi*, l'espèce de ce genre la plus allongée, et *O. Brongniarti*, qui, sous ce point de vue, forme l'extrême opposé, toutes deux propres aux terrains de la Bretagne, malgré cette différence si grande (la plus grande connue entre des espèces congénères), les rapports sont plus intimes qu'entre l'une ou l'autre de ces deux espèces et *O. Buchi*, qui provient des terrains d'Angleterre et dont pourtant la forme générale du corps est intermédiaire entre celles que nous venons de citer.

Même chose a lieu entre cette dernière et *O. Portlocki*, que vient de découvrir M. Salter dans le même terrain de Llandeilo et entre

dans lesquels ces deux groupes d'animaux ont vécu, et mes observations en Bretagne, lors même qu'elles n'auraient qu'une importance locale, ou ne pourraient s'appliquer qu'à des terrains de composition identique, auraient encore le mérite d'en provoquer d'autres ailleurs, là où, pour ces animaux, les conditions ambiantes n'étaient pas les mêmes.

Jusqu'à moi, aucune recherche n'avait été faite sur la structure de l'enveloppe tégumentaire des Trilobites; les conclusions heureuses auxquelles dès l'abord je suis arrivé à la suite de mes premières observations sur ce sujet (1) ont été l'objet d'une note lue à la séance dernière et qui ne tend à rien moins qu'à les infirmer.

Des occupations plus sérieuses ne me permettent pas de répondre aujourd'hui avec détail à cette note, dans laquelle on prétend démontrer la *fausseté* de ma théorie, de même que de signaler de nouveaux faits à l'appui de laquelle ils viennent s'ajouter. Seulement je ferai remarquer que dans cette note l'auteur n'a pas tenu suffisamment compte des caractères physiologiques sur lesquels je m'étais appuyé et sans lesquels même je n'aurais voulu tirer aucune conséquence sérieuse de mes premières remarques.

Pour réfuter les conclusions auxquelles il s'arrête, lorsqu'il dit que *les Trilobites en général lui paraissent avoir eu un tégument de nature calcaire d'épaisseur variable suivant les espèces et suivant les genres*, il me suffira de le renvoyer à mon dernier mémoire et de lui demander, s'il en eût été ainsi qu'il le dit, comment on s'expliquerait les faits que j'ai signalés sur *Ogygia Brongniarti*, dont le test, de la plus grande minceur, n'a pu ni se déformer ni se rompre, et sur *Illaenus Desmaresti*, dont l'enveloppe, aux parties extrêmes, avec l'épaisseur la plus grande a pu subir les dé-

---

lesquelles aucune des espèces de Bretagne ne pourrait être placée. Toutes ces espèces cependant de l'une et l'autre contrée sont réunies par un ensemble de caractères communs.

(1) Je dis heureuses, parce que toutes les découvertes que j'ai faites depuis, et dont j'ai déjà fait connaître une partie, n'ont pu que les confirmer de plus en plus. (Voir la première partie du mémoire inséré dans le *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. VI, p. 67.)

Ces dernières découvertes auxquelles je renvoie, découvertes qui confirment si bien les faits que deux ans plus tôt j'avais signalés, prouvent que dans ces faits il y avait au moins un peu de vraisemblance; mais il y avait quelque chose de plus; seulement ce quelque chose n'était pas perceptible pour tout le monde; preuve, d'ailleurs, nous en est donnée par la note qui me fournit le sujet de la présente communication.

formations les plus marquées. (Voir *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VI, p. 75 et 76.)

L'auteur cite en outre un fait que je ne puis passer sous silence, ne serait-ce que pour l'équivoque qui en résulte. C'est celui où il dit qu'*il a sous les yeux un* Ogygia (Asaphus Buchi) *dans lequel on observe encore des traces du tégument calcaire*. Si l'espèce citée est bien celle dont on a voulu parler, ma réponse sera toute simple : mes études sur ce sujet n'ayant eu trait qu'à celles de Bretagne, celle dont il serait question n'existant pas dans ce pays, le fait reproduit ici est non avenu. De plus, cette espèce diffère tellement, sous le rapport de la structure de son tégument, de celles qui ont fait l'objet de ces études, qu'il faudrait être, ainsi que je l'étais en 1846, à mon début dans la science, sans connaissances acquises sur cette matière et sans aucuns termes de comparaison pour pouvoir les confondre.

Mais si, au contraire, c'est de l'une de ces dernières qu'il est question, je ferai remarquer d'abord que des rapports ne peuvent être établis ici entre l'espèce citée (au point de vue de la forme générale seulement) qu'avec *O. Edwardsi*. S'il en est ainsi, je révoque le fait en doute. Il n'y a que *O. Guettardi* qui parfois et sur des individus adultes dont la taille alors n'était pas de beaucoup inférieure à 40 centimètres et souvent même les dépassait, que dans le bord marginal du bouclier céphalique et peut-être bien aussi du pygidium, bords dont l'épaisseur est très grande dans cette espèce, on rencontre quelques traces de calcaire.

Cette espèce diffère trop d'*O. Buchi* pour que je puisse croire que quelqu'un qui a fait des observations sur les Trilobites ait pu les confondre; mais, en supposant qu'il en fût autrement, je répondrai qu'en admettant que ce fait me fût demeuré inconnu, je n'ai jamais eu la prétention de le nier d'une manière absolue.

Ce fait, tel que je l'ai reconnu et tel qu'il est exposé dans cette note, soit qu'il s'applique à cette espèce ou à toute autre, est de nulle valeur et ne peut en aucune manière être comparé à celui qui nous est offert par les Calymènes et les débris de Mollusques qui s'y trouvent associés.

Chez ceux-ci, dans les plus jeunes individus comme dans les plus adultes, dans les parties les plus ténues comme dans les plus épaisses, le calcaire, qui primitivement y existait, s'y retrouve toujours et en quantité telle que cette substance constitue à elle seule et entièrement le test de ces fossiles. En est-il ainsi chez *O. Guettardi*, la seule espèce de ce genre en Bretagne qui puisse en présenter parfois, mais en très petite quantité, seulement chez les

plus adultes et dans les parties les plus épaisses, qui, indépendamment de ce fait, sont toujours formées d'une matière terreuse?

J'ajouterai, ou pour mieux dire je répéterai, que c'est dans des conditions complétement identiques avec celles où on retrouve le calcaire qu'ailleurs se rencontre le sulfure de fer, et qu'il est toujours facile de se rendre compte ici de ce qui au premier abord semblerait faire exception à cette règle.

Je m'arrête ici dans ma réponse à cette réfutation d'ailleurs si tardive, et ne saurais mieux faire, en terminant, que d'inviter l'auteur à revoir avec soin ses échantillons dans le but de se rendre un compte plus exact des faits que j'ai avancés.

Il se peut que ces derniers ne soient pas en accord parfait avec le résultat d'observations faites en d'autres circonstances; mais cette raison seule est insuffisante pour faire nier l'évidence de ceux-ci. Une théorie quelconque ne doit être attaquée que par une analyse de tous les points sur lesquels elle repose. Or, comme ce n'est pas de cette manière qu'on a procédé, qu'on ne s'est appuyé, au contraire, que sur des erreurs ou sur des faits accidentels, qui alors ne peuvent être attribués qu'à des causes du même ordre, il devient inutile de dire ici que désormais je ne répondrai qu'à des objections au moins d'apparence fondée et catégoriquement posées.

Aujourd'hui que l'existence de fossiles dans les terrains sédimentaires de la Bretagne ne peut plus être contestée, même dans les grès de ce pays, que longtemps on avait considérés comme étant de véritables quartzites, l'auteur, dans la deuxième partie de sa note, essaie d'en atténuer l'importance.

Malgré toutes les raisons sur lesquelles il s'appuie à cet effet, mes idées, toujours les mêmes, sont encore bien différentes des siennes. Les unes et les autres seront jugées par l'avenir qui décidera lesquelles devront subir les plus grandes modifications.

Ma réponse à cette seconde partie de cette note se trouvera tout naturellement dans le travail qui m'occupe en ce moment, et que j'ai annoncé dans une note insérée au bulletin de la Société, séance du 19 mars 1849, et dans la communication que j'ai faite à la Société dans la séance du 6 décembre de la même année.

Après cette lecture M. Delanoüe s'élève contre les considérations chimiques, quelles qu'elles soient, qui ont pu conduire M. Marie Rouault à conclure, du seul fait de la présence d'un sulfure de fer, à celle d'un lit calcaire pour certains genres de Trilobites.

Cette observation donne lieu à une discussion à laquelle prennent part plusieurs membres et en particulier M. Rouault, qui demande qu'elle soit renvoyée à la séance prochaine, pour laquelle il promet d'apporter de nouvelles preuves à l'appui de ses assertions.

M. Rivière fait la communication suivante :

Terrain gneissique (partie des terrains primitifs des anciens auteurs et des terrains cambriens ou cumbriens des géologues anglais) de la Vendée, par M. A. Rivière.

La Vendée est un pays classique pour l'étude des terrains anciens et des passages que présentent les roches. On trouve en Vendée, comme en Bretagne, dans le Limousin, l'Auvergne et d'autres contrées de la France, la partie de la croûte du globe la plus anciennement formée. Je donne à cette partie, qui constitue, à proprement parler, le véritable terrain primitif, et qui comprend un ensemble de roches liées intimement entre elles et indépendantes des autres roches, le nom de *terrain gneissique*, parce que le gneiss en forme un des éléments géognostiques les plus essentiels. Il est possible que ce terrain gneissique de la Vendée ne soit pas caractérisé, quant à son allure, par le premier système général des dislocations qui ont affecté l'écorce du globe ; car, pour assurer un pareil fait, il faudrait, d'une part, être certain que l'équateur terrestre n'a jamais changé de position, d'autre part, avoir étudié sur toute la surface de la terre les différents systèmes de dislocations, afin de pouvoir ramener ces systèmes à leurs points polaires ou à leurs axes respectifs, et non les compter au moyen du méridien de Paris. Mais le terrain gneissique de la Vendée n'en est pas moins, comme époque de formation, le plus ancien terrain, ou le représentant de la partie principale du plus ancien terrain. Ce terrain gneissique est le plus difficile à étudier, à caractériser et à limiter, soit à cause de la complication des phénomènes dynamiques et physiques qui l'ont affecté postérieurement à sa formation, soit à cause de certains caractères propres qui sont plus ou moins effacés, soit à cause des modifications, des altérations et des passages que ses roches présentent, soit enfin à cause des dégradations que ce terrain a éprouvées, etc. Ce qu'il y a de particulier, c'est qu'aux yeux des géologues peu familiarisés avec l'étude des minéraux et des roches le terrain gneissique présente une grande

simplicité par l'aspect cristallin et par la texture massive, granitoïde ou schisteuse de ses roches, tandis qu'aux yeux des géologues qui entrent dans les détails des roches, et qui s'y appliquent trop, il offre une grande complication. Aussi certains géologues se sont-ils perdus dans ces détails, et n'ont-ils pu arriver à aucune considération générale et par conséquent formuler rien de rationnel sur le terrain dont il s'agit. D'autres, au contraire, se sont tirés de la difficulté en adoptant la théorie complaisante du métamorphisme, et en désignant les roches embarrassantes du terrain gneissique sous le nom générique de *roches métamorphiques*. Mais les géologues qui ne négligent aucun des détails, qui en comprennent la valeur réelle, qui peuvent classer les faits observés d'après leur importance relative, et qui savent ainsi s'élever à des généralités, reconnaissent que le terrain gneissique offre de la simplicité dans l'ensemble et de nombreux accidents dans le détail : il leur devient alors facile de rattacher les faits particuliers ou accidentels, qui de prime abord paraissent anormaux et qui compliquent les problèmes, aux faits normaux qui seuls sont l'expression des phénomènes généraux. Il faut donc pour le terrain gneissique plus que pour tout autre une étude détaillée, et savoir combiner les détails avec les vues générales.

Il devient souvent difficile, je le répète, d'établir une distinction rigoureuse entre le terrain gneissique et certains terrains qui lui sont superposés, par conséquent, de leur assigner respectivement des limites exactes ; cependant, avec une étude suivie, on parvient généralement à déterminer des ensembles indépendants.

Les principaux éléments qui doivent servir de base pour la détermination du terrain gneissique sont : le mode de formation des matériaux qui le constituent, la composition minéralogique essentielle de ceux-ci (1), les passages des roches les unes aux autres, leurs textures et leurs structures, leurs associations et leurs rapports intimes, l'absence ou au moins la rareté d'alternances distinctes de ces roches, la constance, au contraire, et la simplicité dans leur ordre normal de succession ou de superposition, leur allure prise en grand, et celle de leurs feuillets, de leurs clivages, de leurs fentes, en un mot, de leur fissilité, l'absence de couches véritables, les dislocations ou la disposition tourmentée et les lambeaux qu'ils présentent ; enfin, l'absence complète de fossiles,

(1) Voyez la 2e partie de mes *Études géologiques et minéralogiques*, pour savoir ce que j'entends par l'expression de composition minéralogique essentielle des roches.

de brèches, de cailloux roulés, etc., ainsi que la fréquence des veines ou des filons, et l'abondance de certains minéraux exceptionnels qu'on y trouve. Ces caractères réunissent les roches du terrain gneissique en un ensemble, et les distinguent des roches des autres terrains, qui du reste sont en stratification discordante avec le terrain gneissique et qui sont composées en majeure partie de matériaux de celui-ci.

Le terrain gneissique, pris dans son ensemble, existe avec un développement considérable sur toute la surface du globe; c'est le plus puissant, quoiqu'il ait été plus ou moins usé et démantelé depuis son origine; il sert de base à tous les autres, qui ont été formés en grande partie à son détriment. Par conséquent, le terrain gneissique est le plus essentiel à étudier, tant sous le rapport de son importance que sous celui des phénomènes géologiques qui lui appartiennent.

Le terrain gneissique fournit les principaux matériaux des autres terrains; il est traversé par toutes les roches d'épanchement, depuis les plus anciennes jusqu'aux basaltes, comme en Auvergne. Industriellement parlant, c'est un des plus productifs, par les matériaux de constructions, les minerais et les substances précieuses qu'il renferme. Pourtant le terrain gneissique est le plus dédaigné des géologues d'aujourd'hui, par suite des tendances paléontologiques et de certaines doctrines, telles que celle du métamorphisme.

En Vendée, le terrain gneissique est très développé, se montre à nu sur beaucoup de points et offre des caractères assez saillants.

Le terrain gneissique ne comprend que des roches d'origine ignée, car toutes les roches sédimentaires qui lui sont superposées se trouvent dans des conditions d'allures différentes et sont formées en majeure partie à son détriment (1), ce qui indique nécessairement un autre ordre de phénomènes et une époque différente. Le terrain gneissique comprend deux genres de roches d'origine ignée : 1° celles qui résultent de la consolidation de la première croûte du globe (2); 2° celles qui résultent d'épanchements effectués pendant et immédiatement après la formation des premières. Dans son ensemble le terrain gneissique de la Vendée se compose de granites, pegmatites, gneiss, micaschistes, talorthorites (gneiss talqueux), talcschistes, et d'un certain nombre d'autres

(1) On ne doit en excepter que les roches d'épanchement.

(2) Voyez, pour des détails à ce sujet, mon travail sur l'âge relatif des minéraux et des roches, ainsi que celui sur le métamorphisme.

roches qui sont subordonnées aux précédentes ou qui en sont des accidents minéralogiques; tels sont le quartz, la hyalomicte, la hyalo-tourmalite (schorl rock), la hyalistine, la macline, le cipolin, la leptynite et la syénite. Ces roches forment un tout continu sans solution de continuité.

Les roches fondamentales qui appartiennent au premier genre de formation sont par ordre de superposition :

Granite,

Gneiss,

Micaschiste ou talorthosite (gneiss talqueux),

Talcschiste.

La syénite est accidentelle du granite (1).

La leptynite et la pegmatite sont accidentelles du granite et du gneiss.

Le quartz est subordonné à toutes les roches, mais principalement au micaschiste et au talcschiste.

La hyalomicte et la hyalo-tourmalite (schorl rock) sont accidentelles ou subordonnées dans le micaschiste.

La hyalistine est accidentelle ou subordonnée dans les roches talqueuses, mais principalement dans le talcschiste.

La macline est accidentelle du micaschiste et du talcschiste.

Le cipolin est subordonné au micaschiste et au talcschiste.

Les roches fondamentales qui appartiennent au deuxième genre de formation et qui sont en partie plus modernes que les précédentes, comprennent :

Du granite,

De la pegmatite,

Et du quartz.

Elles renferment également des roches accidentelles, comme la leptynite, la hyalo-tourmalite, etc.

Dans les diverses localités toutes les roches du premier genre de formation ne sont pas superposées les unes aux autres; ordinairement il en manque plusieurs, par exemple, le micaschiste ou le talcschiste s'appuie souvent directement sur le granite; celui-ci paraît même à nu dans beaucoup d'endroits; d'un autre côté, la talorthorite (gneiss talqueux) ne se montre pas sur le micaschiste; quelquefois elle repose sur le gneiss, mais généralement on ne voit pas la roche sur laquelle elle s'appuie. La talorthorite est inférieure au talcschiste, le micaschiste est inférieur au talc-

(1) Il est bien entendu que je parle seulement de la syénite accidentelle, et non de la syénite indépendante ou liée au porphyre.

schiste et supérieur au gneiss. On pourrait donc, à la rigueur, établir au-dessus du granite deux systèmes : 1° le système micacé, qui comprendrait le gneiss, le micaschiste et leurs roches subordonnées ou accidentelles; 2° le système talqueux, qui paraît être à un niveau géologique supérieur, et qui comprendrait la talorthosite, le talcschiste, etc. Dans tous les cas, on peut dire que les parties inférieures des roches fissiles du terrain gneissique sont les plus feldspathiques, et que les parties supérieures sont les plus quartzeuses et les plus talqueuses.

Le granite et la pegmatite du deuxième genre de formation coupent toutes les roches du terrain gneissique : on a des exemples de ces pénétrations à Nantes, aux environs de Pouzanges, de Bourbon, du Luc, de La Chapelle-Pelluau, des Sables, etc.; mais elles ne coupent aucune roche des autres terrains. Ce granite et cette pegmatite sont à leur tour coupés par le porphyre, comme aux îles de Bréhat, par les diorites, etc., comme aux environs de Montaigu, de Pouzanges, etc. (1).

On trouve des filons et des veines de quartz soit dans le granite, soit dans les roches fissiles du premier genre de formation. En général, ce sont des veines plus ou moins étendues et parallèles à la fissilité des roches, ou bien des espèces de filons résultant de sutures qui se sont opérées pendant le refroidissement des roches encaissantes. Les filons d'injection de quartz sont rares; et les filons de remplissage de haut en bas, postérieurs à la consolidation des roches dans lesquelles ils se trouvent, ne sont pas étendus et sont assez faciles à reconnaître, notamment par la disposition des cristaux ou des veinules, et par la présence de fragments des roches encaissantes ou supérieures. Le quartz de ces veines et filons est quelquefois pur; d'autres fois il contient du mica, du talc, de la tourmaline, et différents autres minéraux.

Les roches du terrain gneissique sont loin de se montrer partout parfaitement caractérisées et nettement tranchées les unes des autres; les roches fondamentales présentent respectivement des variétés qui s'écartent souvent des compositions normales et des autres caractères typiques; ces roches offrent ainsi des passages fréquents vers les limites de leurs successions, et accidentels dans l'intérieur de leurs masses. Les passages et les modifications de caractères résultent tantôt des circonstances au milieu desquelles le refroidissement et la cristallisation se sont effectués; tantôt du mode de départ opéré dans la matière ignée et de l'excès de telles

(1) Voyez la description des porphyres, des diorites, etc.

ou telles substances en quelques points, tantôt du mélange plus ou moins intime de certains minéraux, tantôt enfin de l'altération. Mais, en définitive, les passages sont, aux yeux de l'observateur, le résultat d'une différence dans la composition minérale des roches : par exemple, le granite par la diminution ou la soustraction de l'un des éléments minéralogiques passe au gneiss, au micaschiste et à la pegmatite; réciproquement le gneiss passe au granite par une addition de quartz; le micaschiste par une addition d'orthose, et la pegmatite par une addition de mica. De même le gneiss passe au micaschiste, et réciproquement; le micaschiste au talcschiste, et réciproquement; le talschiste à la talorthorite, et réciproquement; la hyalomicte au micaschiste ou au quartz, et réciproquement, etc. Ces passages, quand ils ne sont pas accidentels et très circonscrits, ont lieu en grand vers les limites de deux roches fondamentales, et offrent quelquefois une gradation tellement insensible, qu'il devient impossible d'établir une ligne de séparation exacte entre les deux roches fondamentales. Au reste, les passages et les accidents dont je viens de parler n'ont lieu que sur une petite échelle, et n'ont qu'une importance secondaire, eu égard au développement des roches typiques et aux dimensions du globe. On comprendra facilement leur existence et leur origine, si l'on examine d'une manière approfondie les faits normaux.

Relativement à l'ordre de formation des roches qui ne sont pas des roches d'épanchement, il est probable que cet ordre d'ancienneté est inverse de l'ordre de superposition. Néanmoins certaines roches qui ne sont pas recouvertes par d'autres, comme elles auraient dû l'être par l'ordre théorique de superposition, ont probablement été sur différents points primitivement à nu, et formées simultanément avec les roches les plus supérieures dans l'échelle théorique de superposition; d'ailleurs l'ordre de consolidation a dû varier suivant les lieux, la composition des roches, etc. Mais comme les roches talqueuses sont géognostiquement les plus élevées, il s'ensuit qu'elles doivent avoir été plus démantelées que les autres.

Les seules divisions naturelles que l'on puisse établir dans le terrain gneissique sont celles qui reposent sur le mode de formation et celles qui reposent sur la composition minéralogique en grand, composition qui est, jusqu'à un certain point, en rapport avec l'ordre de superposition, et par conséquent avec celui des formations successives : toutes les autres divisions que l'on tenterait seraient arbitraires.

Je divise donc ce terrain en deux genres de formation, comme

je l'ai déjà indiqué; ensuite je subdivise le premier genre en quatre membres, savoir :

1° Le granite avec ses roches accidentelles ou subordonnées;

2° Le gneiss avec ses roches accidentelles ou subordonnées;

3° Le micaschiste avec ses roches accidentelles ou subordonnées;

4° Le talcschiste et la talorthorite avec leurs roches accidentelles ou subordonnées.

Le deuxième genre en deux membres, savoir :

1° Le granite avec ses roches accidentelles;

2° La pegmatite avec ses roches accidentelles.

Quant aux filons ou veines de quartz, de fluorine, etc., je les rattache, pour plus de simplicité, aux roches dans lesquelles ils se trouvent. Chacune des subdivisions précédentes comprendra une description particulière.

J'ai indiqué précédemment l'ordre relatif de superposition des roches qui appartiennent au premier genre de formation, mais, je le répète, on ne les trouve pas toutes réunies sur un même point. Lorsque le gneiss manque, le micaschiste repose directement sur le granite; lorsque le gneiss et le micaschiste manquent, le talcschiste repose directement sur le granite; et ainsi de suite. D'autres fois le granite n'est recouvert par aucune roche; il en est de même du gneiss, du micaschiste, etc. Dans aucun cas, l'ordre normal de superposition n'est interverti, c'est-à-dire que le gneiss, par exemple, n'est jamais superposé au micaschiste et à plus forte raison au talcschiste. S'il y a interversion, elle n'est qu'apparente ou qu'accidentelle : en d'autres termes, cette interversion provient de renversements ou d'accidents minéralogiques des roches normales considérées en grand. Le granite, le gneiss, le micaschiste, le talcschiste, etc., pris en grand, forment donc des horizons géognostiques différents; cependant il résulte de nombreuses observations que, diverses roches manquant sur beaucoup de points, celles qu'on y trouve ont occupé de tout temps le même horizon géognostique, et proviennent du même bain fluide qui était composé différemment sur des points différents; par exemple, le talcschiste, qui repose directement sur le granite, a dû s'y former en même temps que celui qui repose sur le micaschiste; cette observation s'applique aussi aux autres roches. En sorte que les horizons géognostiques dont je viens de parler ne sont pas des horizons absolus, et que par conséquent le micaschiste peut être au même horizon que le gneiss, etc.

Le granite et la pegmatite d'épanchement, ou du deuxième

genre de formation du terrain gneissique, sont postérieurs aux précédentes roches, puisqu'ils les ont traversées; mais ils ne pénètrent jamais d'autres roches, c'est-à-dire celles de terrains supérieurs au terrain gneissique; de sorte que leur âge est parfaitement assigné par cette circonstance, comme par différentes autres que j'aurai soin de signaler. J'indiquerai également les cas où ils paraissent avoir été formés en même temps que les roches qu'ils pénètrent, ou pendant la consolidation de celles-ci : il y a eu, en effet, pour le terrain gneissique, comme pour les autres terrains, des épanchements normaux et des épanchements anormaux (1).

Il serait peu rationnel de formuler en termes généraux la configuration ou le faciès que donne au sol le terrain gneissique dont il est formé; car les configurations du sol dépendent, non des terrains, mais bien de la nature des roches et de leurs associations, ainsi que des mouvements et des dégradations qu'elles ont éprouvés; d'ailleurs, telle configuration qui s'applique à certaines roches ne convient pas à d'autres. Tout ce qu'on peut dire, c'est que le terrain gneissique forme en général un sol accidenté ou ondulé; que les parties les plus élevées, comme les plus profondes, j'ajouterai même les plus pittoresques, sont ordinairement composées de granite; qu'enfin le talcschiste constitue souvent des massifs déchiquetés et des plateaux plus ou moins ondulés.

Les roches du terrain gneissique se montrent en massifs considérables ou en bandes étendues, en mamelons ou en îlots, en lambeaux ou en filons, etc. Malgré l'irrégularité de leurs contours, les gisements d'une certaine importance affectent des formes allongées, qui offrent entre elles des rapports de direction.

Le terrain gneissique se distingue des autres terrains, surtout par sa position plus inférieure, par la liaison plus intime de ses roches, par un plus grand nombre de fentes diverses, de filons, de dislocations, d'entrecroisements de directions, de démantèlements, de lambeaux, etc., par conséquent par une allure plus complexe, plus tourmentée, plus difficile à déterminer, par l'absence de brèches, de poudingues, etc.; enfin, par une discordance de stratification avec les autres terrains, discordance constatée, soit au moyen de la direction des gîtes pris en grand, ou des clivages et de la fissilité des roches du terrain gneissique, soit au moyen de dégradations ou des anfractuosités dans lesquelles se sont déposés les autres terrains.

(1) Voyez notamment la page 274 et les suivantes du 1er volume de mes *Études géologiques et minéralogiques*, in-8, Paris, 1847.

Parmi les lieux où les différences de stratification de divers ordres sont le mieux caractérisées, je citerai les environs du Petit-Brochet, de la Nivertière, de la Main-Bergère, du Moulin-Noiron (sur la route de Saumur à Napoléon), etc.

Les directions que présentent les roches du terrain gneissique sont assez différentes les unes des autres, si l'on tient compte de toutes les directions normales et exceptionnelles. Néanmoins, la moyenne des directions de toutes les roches déterminées à l'aide des massifs, des bandes, des filons, des feuillets-strates, des fissilités, etc., court du N.-O. un peu N. au S.-E. un peu S. Cette direction, non seulement est une direction moyenne; mais elle est encore la direction la plus habituelle; elle est, par conséquent, la direction générale et propre du terrain gneissique. Elle a été obtenue à l'aide de 160 directions, savoir : 9 par le groupe du granite, 62 par celui du gneiss, 34 par celui du micaschiste, 55 par celui du talcschiste et autres roches. Les directions qui s'écartent notablement de cette direction moyenne ou typique, et qui, du reste, sont peu nombreuses, résultent d'accidents locaux ou bien appartiennent à des systèmes de dislocations postérieures à celui de la Vendée : ce sont celles qu'affectent principalement certains filons, failles, etc., et qui se poursuivent dans des couches ou autres dépôts de formation plus moderne que celle du terrain gneissique, tandis qu'on ne trouve point la direction N.-O. un peu N., au S.-E. un peu S. dans les dépôts qui lui sont supérieurs.

Voici les directions élémentaires desquelles est déduite la direction moyenne qui représente l'allure générale du terrain gneissique.

Groupe du granite.

9 directions des massifs, dont la direction moyenne a lieu du N.-O. un peu N. au S.-E. un peu S.

7 directions déterminées à l'aide de la fissilité, des fendillements, des filons, etc., dont la direction moyenne a lieu du N.-O. un peu N. au S.-E. un peu S.

En tout 16 directions, dont la moyenne est comprise entre le N.-N.-O. et le N.-O., et a lieu du N.-O. un peu N. au S.-E. un peu S.

On ne saurait refuser d'admettre comme éléments de la direction qui appartient au terrain gneissique les directions offertes par le granite. En effet, de deux choses l'une : ou bien les massifs de granite se sont primitivement consolidés en affectant les allures

qu'ils présentent aujourd'hui, et alors ces allures sont au nombre des éléments caractéristiques du terrain gneissique; ou bien les massifs de granite ont été mis au jour en recevant les allures qu'ils montrent actuellement, et dans ce cas encore ces allures sont au nombre des éléments caractéristiques du granite, et par conséquent du terrain gneissique auquel le granite sert de base.

Groupe du gneiss.

12 directions des bandes, dont la direction moyenne a lieu du N.-O. sensiblement N. au S.-E. sensiblement S.

50 directions déterminées à l'aide des feuillets-strates, des masses déchiquetées, de la fissilité, des joints, des fentes, des cristaux ou amygdales d'orthose, des veines de pegmatite, de quartz, etc., dont la direction moyenne a lieu du N.-O. un peu N. au S.-E. un peu S.

En tout 62 directions, dont la moyenne a lieu du N.-O. un peu N. au S.-E. un peu S.

Groupe du micaschiste.

7 directions des bandes, dont la direction moyenne a lieu du N.-O. un peu N. au S.-E. un peu S.

27 directions déterminées à l'aide des feuillets-strates, de la fissilité, des failles, des veines de quartz, etc., dont la direction moyenne a lieu du N.-O. sensiblement N. au S.-E. sensiblement S.

En tout 34 directions, dont la moyenne a lieu du N.-O. un peu N. au S.-E. un peu S.

Groupe du talcschiste.

9 directions des bandes, dont la direction moyenne a lieu du N.-O. un peu N. au S.-E. un peu S.

46 directions déterminées à l'aide des feuillets-strates, de la fissilité, des failles, des veines et des filons de quartz, etc.

En tout 55 directions, dont la moyenne a lieu du N.-O. un peu N. au S.-E. un peu S.

Ainsi, la direction moyenne et la plus fréquente du terrain gneissique est comprise entre le N.-N.-O. et le N.-O.; en la précisant, elle a lieu, comme je l'ai dit, du N.-O. un peu N., au S.-E. un peu S. Les directions élémentaires rapportées précé-

demment, qui s'écartent beaucoup de cette direction moyenne, sont dues, je le répète, à des accidents locaux ou appartiennent à des systèmes de dislocations postérieurs à celui dont la direction moyenne N.-O., un peu N., au S.-E., un peu S., est, en Vendée, la traduction; car le terrain gneissique de cette contrée a dû être plus ou moins affecté par d'autres systèmes de dislocations, qui ont ainsi compliqué et plus ou moins effacé son allure caractéristique. Cependant cette dernière se distingue par plus de fréquence, plus de suite, plus de constance, et par conséquent par plus de généralité.

D'un autre côté, le terrain gneissique, qui a subi une foule de dislocations partielles pendant sa formation, a été affecté non seulement par le système de dislocations qui lui est propre, mais encore d'une manière notable par divers autres systèmes de dislocations, surtout par celui du Morbihan et par celui qui a donné une allure spéciale au terrain houiller de la Vendée.

Quoi qu'il en soit, j'ai réuni toutes les directions normales du terrain gneissique pour en former un système de dislocations distinctes, sous le nom de *système de la Vendée*. C'est le premier qui ait affecté normalement et d'une manière générale le terrain gneissique de la Vendée, tandis que les autres systèmes postérieurs n'y ont produit ordinairement que des entrecroisements. Le système de la Vendée n'offre aucune trace dans les terrains supérieurs au terrain gneissique, ni en Vendée, ni en Bretagne. On peut donc le regarder comme le plus ancien qui se soit manifesté dans cette partie de la France.

Les côtes de la Vendée sont, comme le relief et les cours d'eau de ce pays, composées de différentes directions suivant les différents points. Leur contour étant rationnellement décomposé trahit un certain nombre de lignes de dislocations différentes; mais, si on le considère dans son ensemble, on voit que la direction dominante est celle qui représente le système de la Vendée. Ce système peut donc être reconnu non seulement au moyen des caractères stratigraphiques proprement dits, mais encore par les éléments qui constituent le contour des côtes, un grand nombre d'arêtes, de reliefs de divers ordres, de vallées, de vallons, de cours d'eau, etc.

Le système de la Vendée se manifeste en bien d'autres contrées. Je citerai, comme lieu éloigné de la Vendée, la Fougerolle (aux environs de Saint-Flour), où le gneiss présente des directions qui ont lieu entre le N.-N.-O., et le N.-O., mais généralement plus près du N.-N.-O. que du N.-O. En Bretagne ce système paraît avoir eu peu d'intensité et avoir peu contribué au relief de ce

pays : aussi les terrains supérieurs au terrain gneissique s'y sont-ils formés avec plus ou moins de développement, tandis qu'en Vendée les formations ont été en grande partie interrompues après le relèvement du terrain gneissique.

Le système de la Vendée, qui est peut-être le système ancien dont les directions composantes sont les plus voisines des méridiens, est probablement le plus ancien système normal (1), du moins c'est le plus ancien système reconnu. S'il avait été précédé par d'autres systèmes, il faudrait chercher ceux-ci, soit dans le nord de la Russie, soit dans l'Amérique, où les couches de transition paraissent être sensiblement horizontales.

Quoi qu'il en soit, le système de la Vendée a été suivi par les systèmes du Finistère, du Morbihan, de Longmynd, de Hunsdruck, etc. La direction normale du système de la Vendée s'éloigne beaucoup de celles des systèmes du Finistère, de Longmynd et du Hunsdruck, tandis qu'elle se rapproche de celle du système du Morbihan et de celle du système du terrain houiller de la Vendée, mais surtout de celle du système du Morbihan, dont elle diffère de 20 degrés environ.

M. Hébert, secrétaire pour la session extraordinaire tenue à Épernay, du 23 septembre au 2 octobre 1849, donne connaissance des procès-verbaux des excursions faites par la Société pendant cette session.

Ces procès-verbaux établissent les faits suivants :

1° Les sables blancs de Rilly et les calcaires à *Physa gigantea* existent entre Damery et Fleury-la-Rivière, et à Romery. Dans le premier de ces gisements, il existe à la surface des sables blancs des restes de lignites à *Cerithium variabile*.

2° Ces mêmes sables blancs et ces calcaires, ou marnes lacustres, ont été reconnus par la Société en un grand nombre de points, aux environs de Châlons-sur-Vesle et d'Hermonville dans le voisinage de gisements des sables marins de Châlons-sur-Vesle. Entre Châlons-sur-Vesle et Chenay, *on voit la partie supérieure de ceux-ci reposer sur les marnes lacustres dénudées*, et il résulte nécessairement de toutes les observations faites dans la contrée, que les sables marins se sont déposés dans des dépressions creusées dans les sables et marnes lacustres.

(1) Voyez mes *Études géologiques et minéralogiques*, 1er volume.

3° Les lignites sont postérieurs à ces deux dépôts qu'ils recouvrent à Chenay et à Pouillon.

4° Les sables de Verzenay n'appartiennent point aux sables de Rilly, mais aux lignites dont ils renferment les fossiles.

Ces faits démontrent, de la manière la plus incontestable, l'exactitude des idées théoriques et de l'ordre de superposition que M. Hébert avait exposés dans sa notice du 5 avril 1848 (1), et qu'il a développés avec plus de détails dans le résumé qui termine le compte rendu de la session extraordinaire d'Épernay. Il n'en parlerait point aujourd'hui s'il n'avait à combattre des opinions contraires, récemment émises par le savant auteur de l'*Histoire des progrès de la géologie*, et d'autant plus à craindre pour lui, qu'elles se propageront avec autorité, à l'aide de la popularité justement acquise à cet excellent manuel géologique. Ces opinions sont les suivantes :

1° M. d'Archiac (2), changeant d'avis au sujet des sables marins de Bracheux, d'Abbecourt, etc., et de Châlons-sur-Vesle, croit devoir les placer au-dessus des lignites, au lieu de les laisser au-dessous, comme tous les observateurs et lui-même l'avaient cru jusqu'alors. Ce changement, qui paraît en soi de si peu d'importance, est considérable pour la théorie de la formation des couches tertiaires. M. d'Archiac le motive sur un fait *unique* qu'il emprunte à M. Graves (3), à savoir : qu'aux environs de Varennes, près Noyon, des grès, renfermant les coquilles les plus caractéristiques des sables de Bracheux, seraient supérieurs aux lignites. M. Graves dit, il est vrai, que la superposition des grès avec fossiles de Bracheux aux lignites *paraît* évidente à Varennes; toutefois, cette superposition n'étant pas visible, M. Graves ne l'affirme pas; et si l'on rapproche de cette observation cet autre fait, dû au même observateur (4), que dans le même lieu, on trouve à la surface du col, avec l'*Ostræa bellovacina*, les fossiles des lignites (*Cyrena cuneiformis*, *Melania inquinata*), les fossiles des sables de Cuise (*Cerithium acutum*, etc.), on sera peu rassuré sur cette superposition, d'autant plus que M. Graves a eu soin de nous prévenir que ces grès (5), aussi bien que les dépôts coquilliers qu'ils représentent,

(1) *Bull.*, 2e sér., t. V, p. 388.
(2) *Hist. des progrès de la géologie*, t. II, p. 606, 614, 621.
(3) *Topographie géognostique de l'Oise*, p. 224.
(4) *Id.*, p. 223.
(5) *Id.*, p. 179, l. 7.

se voient rarement en place et qu'ils portent généralement des traces évidentes de déplacement.

Le fait sur lequel s'appuie M. d'Archiac est donc loin de suffire pour motiver son opinion. Il n'est pas tout à fait exact non plus de dire qu'on ne trouve jamais les sables de Bracheux *sous* les lignites (1). En effet, sans avoir besoin de recourir aux environs de Reims, on en trouve plusieurs exemples dans la topographie géognostique de M. Graves, un, entre autres, qui ne laisse rien à désirer. Tout près de Bracheux, au mont Bourguignemont (2), on voit une masse argileuse brune avec *Cyrena cuneiformis* et *Cerithium variabile*, superposée à un sable jaunâtre, argileux, renfermant des *Ostræa bellovacina*, *Cucullæa*, *Crassatella sulcata*, etc.

Ainsi, il ne saurait y avoir de doute pas plus pour le nord du bassin parisien que pour l'est; les *sables coquilliers marins de Bracheux sont antérieurs aux lignites.*

2° M. d'Archiac (p. 628, liv. VII, et 631, liv. XIII) maintient l'opinion que le calcaire lacustre de Rilly est synchronique de la *glauconie inférieure*, en restreignant le nom à une couche mince de sable ou grès friable qui se trouve ordinairement entre la craie et les dépôts tertiaires les plus anciens. Comme cette définition est toute nouvelle, et qu'avant l'impression du tome II de l'*Histoire des progrès de la géologie* la *glauconie inférieure* comprenait, outre la couche dont nous venons de parler, les sables de Bracheux, qui en formaient la partie principale, j'avais dû placer le calcaire lacustre de Rilly avant la *glauconie inférieure*, et c'est là ce qui est aujourd'hui parfaitement démontré pour les sables marins de Bracheux. Mais si, par hasard, cette couche inférieure dont nous ne nous sommes point occupé était complétement indépendante des sables coquilliers de Bracheux, ce qui nous paraîtrait bien difficile à admettre, rien ne s'opposerait dans notre théorie à ce que cette couche ne fût synchronique du calcaire lacustre. Nous n'avons point dit le contraire; aussi réclamons-nous contre le passage où M. d'Archiac nous fait placer la glauconie inférieure définie, comme il l'entend aujourd'hui, au-dessous du calcaire lacustre (p. 633, ligne avant-dernière).

Toutefois, nous devons avouer que si nous devions émettre une opinion sur une couche que nous avons eu peu d'occasions d'étudier, nous prendrions les éléments de cette opinion dans le livre

(1) D'Archiac, *Hist. des progrès de la géologie*, p. 606, l. 24.
(2) Graves, *Topogr.*, p. 189, l. 18.

même de M. d'Archiac, et que la liaison intime de cette glauconie inférieure avec les sables de Bracheux, et la présence dans les deux assises d'une coquille aussi caractéristique que la *Cyprina scutellaria*, permettent difficilement de concevoir qu'elles aient été déposées à deux époques différentes, ces époques fussent-elles consécutives.

M. Delanoüe dit que l'opinion la plus généralement admise est que la surface de la craie avait été profondément dénudée avant le dépôt des terrains tertiaires, comme on le voit à Rouen, où il faut creuser à 130 mètres pour le trouver. Cette opinion dispense de supposer, comme le fait M. Hébert, que les couches ont été successivement soulevées et abaissées.

M. Hébert répond qu'il n'a nullement combattu l'opinion que cite M. Delanoüe. Oui, la craie a été dénudée; mais à quelle époque cette dénudation a-t-elle eu lieu? M. Hébert croit avoir démontré qu'elle n'est pas le résultat d'un phénomène unique, et qu'il est nécessaire d'admettre une succession de mouvements oscillatoires pendant l'époque qui comprend la fin des dépôts crétacés et le commencement des sédiments tertiaires.

M. Élie de Beaumont n'a aucune objection à faire au mémoire intéressant que vient de lire M. Hébert; il lui posera seulement la question suivante : Les sables de Bracheux sont-ils inférieurs au lignite? S'il en est ainsi, et M. de Beaumont ne voit rien qui s'y oppose, pourquoi M. Hébert n'établit-il pas une ligne de démarcation entre ces sables et les lignites? Les lignites existent dans toute l'étendue du bassin, de Laon à Sens; les sables, au contraire, ne se retrouvent que sur une petite portion, 1/5 environ de cette aire : il semble donc qu'une ligne de démarcation serait bien motivée entre ces deux dépôts.

M. Hébert répond que les discordances de stratification qu'il a signalées, 1° entre la craie et le calcaire pisolitique; 2° entre celui-ci et le sable blanc de Rilly; 3° entre les sables de Rilly et les sables marins de Bracheux et de Châlons-sur-Vesle, appartiennent, à ses yeux, à un ordre de phénomènes dont le résultat, dans le bassin de Paris, a été des ravinements et des soulèvements lents ou brusques, et des faunes aussi dissemblables que possible; que rien de pareil ne sépare les lignites des assises voisines. Stratigraphiquement il y a parfaite concor-

dance, soit avec les sables marins qui sont au-dessous, soit avec les sables tantôt marins, tantôt d'eau douce qui les recouvrent, bien que les lignites s'étendent sur une surface bien plus considérable (les sables marins qui ont commencé le nivellement du golfe crétacé ne s'étant avancés que jusque dans la partie la plus septentrionale du bassin de Paris).

Sous le rapport des fossiles, la liaison n'est pas moins intime : les sables marins inférieurs renferment en effet dans leurs couches supérieures des fossiles d'eau douce que l'on retrouve dans les lignites, et ceux-ci des fossiles marins dans leur partie inférieure ; le même mélange s'observe encore dans les sables du Soissonnais qui recouvrent les lignites. M. Hébert ajoute qu'il a, du reste, dans son compte rendu, développé l'opinion que le sol parisien n'est point resté dans un repos absolu pendant le dépôt des diverses assises tertiaires, et notamment à l'époque des lignites, mais il croit démontré par les faits qu'à partir des sables marins de Bracheux et de Châlons-sur-Vesle, les mouvements se sont réduits à de simples oscillations, très lentes et hors d'état de produire des ravinements ou des dénudations. Il est bien entendu que ces idées ne s'appliquent qu'aux faits connus dans la science, et que des faits nouveaux devraient ou se trouver compris dans cette théorie, ou bien exiger une modification de nature à ce qu'ils puissent y entrer. Pour les sciences d'observation, les théories ne doivent être que le lien qui réunit les faits entre eux et les présente à l'esprit sous l'aspect le plus satisfaisant.

M. Constant Prévost fait observer qu'au nombre des faits intéressants signalés par M. Hébert, il en est plusieurs qui viennent de nouveau appuyer l'opinion qu'il a émise, il y a plus de vingt-cinq ans, sur la formation des terrains des environs de Paris en général et particulièrement sur l'origine et le gisement des argiles à lignites qui entrent dans la composition de ces terrains.

Ainsi, l'existence bien constatée de sables et grès coquilliers marins au-dessous de certains dépôts à lignites que M. Hébert indique à Brimont et à Châlons-sur-Vesle, le fait de l'intercalation d'argile et de lignites semblables dans et sur les sables glauconieux inférieurs de la Picardie, dans le calcaire grossier

de Vaugirard, le mélange de fossiles marins, fluviatiles et terrestres, et l'alternance de sédiments marins et d'eau douce, depuis longtemps reconnus à Sergy, Nanterre, Beauchamps, Dormans, à Montmartre, soit dans la partie inférieure du gypse, soit dans sa partie supérieure, démontrent bien évidemment, et comme M. Constant Prévost continue à le soutenir encore, l'origine différente des matériaux dont le sol parisien a été composé, et la simultanéité ou le synchronisme d'action des causes qui ont apporté les uns du large ou de la mer, les autres des terres par les affluents, et enfin d'autres encore de l'intérieur du sol par des sources.

Il est remarquable que les géologues qui, sans les combattre, ont rejeté les opinions de M. Constant Prévost ou qui en ont fait une critique moins sérieuse que littéraire, ont eux-mêmes admis des faits qui viennent à l'appui de ces opinions et sont des arguments contre un système ancien qu'ils ont cru ne pouvoir abandonner.

Relativement au gisement des lignites et tourbes pyriteuses qui de la Champagne se suivent jusque dans les falaises de Dieppe à Varangeville, à travers le Soissonnais et la Picardie, M. Constant Prévost demande à M. Hébert s'il a étudié avec détails la belle coupe naturelle que l'on voit dans l'île de Wight à Alum Bay; dans cette localité, où toutes les couches comprises entre la craie et les marnes à Huîtres sont verticales, on peut parfaitement étudier les rapports de ces couches sur plus de 300 mètres de puissance.

Là on peut constater qu'une argile plastique veinée sans coquilles, analogue à celle de Vanves, Gentilly, Moret, Montereau, est séparée de nombreux lits de sables et argiles à lignites par des bancs argilo-calcaires et arénacés, chlorités, renfermant des coquilles marines; des lignites avec Cyrènes, Paludines, Néritines, Mélanopsides, Mélanies, Cérites, etc., se voient même à la partie supérieure du système et près des couches de marne blanche et verte avec Huîtres, qui rappellent la position du gypse parisien.

L'étude de cette coupe, que M. Constant Prévost a faite en 1834, a beaucoup contribué à déterminer son opinion sur la contemporanéité de l'ensemble des dépôts argileux charbonneux

d'une part, et des dépôts de calcaires grossiers marins de l'autre.

M. Hébert répond à M. Constant Prévost qu'il ne connaît point les lignites de l'île de Wight et qu'il est hors d'état de donner une opinion sur l'assimilation de ces couches à celles des lignites parisiens; que cette assimilation n'est même pas complétement établie dans le bassin de Paris. Ainsi, à quoi correspond au juste l'argile plastique de Meudon? Jusqu'à présent il n'y a que des conjectures sur ce point. Le conglomérat à ossements qui recouvre, à Meudon, le calcaire pisolitique est-il le représentant du conglomérat à ossements qui se trouve à la base des lignites du Soissonnais, ou bien de celui qui surmonte les mêmes lignites dans le département de la Marne, à Aï, au mont Bernon, comme sembleraient le faire penser les Unios et les Térédines citées par M. Ch. d'Orbigny dans le conglomérat de Meudon? C'est ce que de nouvelles études pourront seules nous apprendre.

M. Élie de Beaumont pense qu'il n'y a aucun inconvénient à considérer ces conglomérats à ossements comme postérieurs aux sables du Soissonnais. On admettrait que, durant la période dans laquelle les extrémités du bassin recevaient ce dernier dépôt sous les eaux marines, le centre était émergé et offrait un asile aux animaux dont on trouve les débris dans le conglomérat. Le temps pendant lequel ces animaux ont vécu et pullulé a pu être très long, et ce système aurait aussi l'avantage de justifier encore les lacunes qu'on a signalées et de les combler.

Le secrétaire donne lecture de la communication suivante, extraite d'une lettre adressée à M. Élie de Beaumont :

Notes d'un voyage en Espagne et en Portugal en 1849, par M. H. de Collegno.

Les hauteurs escarpées qui dominent Alicante sont composées d'un calcaire grossier blanc jaunâtre, à fragments distincts de corps marins peu reconnaissables, et contenant quelques fossiles marins bien conservés Je serais assez tenté de croire ces calcaires contemporains des couches miocènes des environs de Bordeaux, dont ils ont tous les caractères minéralogiques. A Carthagène, on distingue parfaitement, depuis le centre de la rade, des masses de

serpentine qui paraissent avoir pénétré et recouvert en partie des marnes alternant avec des calcaires identiques avec ceux d'Alicante. A Almerie, l'Alcazaba (vieux château des Maures) est encore le calcaire grossier d'Alicante.

Partie S.-O. de la rade de Carthagène.

a Niveau de la mer dans les bassins.

La côte entre Carthagène et Almerie (cap de Gata, etc.), et celle entre Almerie et Malaga (sierra de Gador, etc.), présentent des accidents très pittoresques, dus à la pénétration des roches serpentineuses? dans des couches sédimentaires plus ou moins modifiées. Au cap de Gata, on croit reconnaître à leur blancheur de grandes zones gypseuses qui entoureraient les roches d'éruption. A Malaga, les marbres d'ornement des églises, les portails des maisons, les tables des cafés, sont d'un calcaire (quelquefois un peu cristallin) jaunâtre, grisâtre, rougeâtre, qui contient des ammonites assez bien distinctes, et dont les caractères pétrographiitaques sont identiques avec certaines variétés du calcaire jurassique lien; on voit aussi dans la cathédrale quelques ornements d'un marbre voisin du *portor* de la Spezia. — Le monticule qui domine la ville, et sur lequel sont situés l'Alcazaba et le Gibralfaro (forteresses mauresques), est composé de schistes luisants, quelquefois satinés, à veines quartzeuses. — En sortant de Malaga vers le nord, on voit des tuileries qui emploient une argile grisâtre, exploitée à côté sur une épaisseur de quelques mètres, et qui paraît constituer tout le sol de *la Véga* (plaine cultivée et arrosée). Les premières collines sont constituées par des schistes très tourmentés qui se rattachent à ceux du Gibralfaro ; puis on trouve un calcaire assez analogue au *portor*, fort tourmenté aussi, mais dont la direction la plus fréquente m'a paru approcher du N.-S. Ce calcaire forme toute la partie méridionale des montagnes, à six lieues au N. de Malaga ; plus loin on entre dans des montagnes blanchâtres, d'un aspect tout différent de celles plus méridionales ; ce sont de grandes masses calcaires, assez bizarrement découpées, qui, à leur as-

pect, pourraient être également jurassiques ou néocomiennes. Ces calcaires constituent la *sierra de las Cabras*, prolongement à l'O. de la *sierra Nevada*. Je n'ai trouvé aucun fossile dans les roches que j'ai pu examiner dans les montées de la route.

Le rocher de Gibraltar est, je crois, parfaitement connu aujourd'hui ; on m'a parlé d'une description récente, par un officier anglais. C'est une grande masse généralement dolomitique, analogue au rocher de Cette, à celui de Nice, au mont Oliveto, près Pise, etc. Dans les berges de la route ouverte récemment depuis la pointe d'Europe, vers le côté oriental du rocher, le calcaire est moins modifié qu'à la face N. et à celle O. : on y reconnaît quelques traces de fossiles, la section, entre autres, de quelque chose qui pourrait être une Dicérate (*Chama ammonia*?). Le marbre d'ornement le plus fréquemment employé dans les monuments de Séville est un marbre rouge, provenant des carrières de la *sierra Nevada*, près Grenade; j'y ai vu, dans la cathédrale, une section de Bélemnite et des Entroques assez fréquentes ; dans le pavé des salles de la *Lonja* (Bourse), des Entroques et des Bélemnites assez fréquentes et bien distinctes ; dans la façade d'une maison de la *Calle de las Armas*, une Ammonite de 3 à 4 centimètres de diamètre, présentant une série de renflements qui rappellent l'*A. interruptus* des Monti d'Erba, au N. de Milan. La pierre à bâtir la plus commune de Séville est un calcaire grossier, composé de fragments de corps marins bien distincts, parmi lesquels on voit de grosses huîtres et quelques autres fossiles. Ce calcaire forme les deux rives du Guadalquivir ou du moins les collines qui en bordent la vallée. A *Alcala de Guadaira*, il est en couches horizontales, présentant tout l'aspect des collines des bords de la Garonne à Saint-Macaire et à Bazas; les fossiles sont là abondants, mais peu variés (*Ostrea*, *Pecten*, *Buccinum*,, etc.). — La rive gauche du Tage, vis-à-vis Belem (une heure au-dessous de Lisbonne), est composée d'un calcaire grossier très coquillier, qui paraît identique avec celui de Séville : des bancs d'huîtres, des couches de quelques décimètres, composées presque entièrement de moules, de coquilles turriculées (Turritelles?), prouvent l'abondance des fossiles; on y voit aussi des Pectens, des Panopées? etc., etc. Les bancs plus solides paraissent avoir été exploités, et le lazaret lui-même a été construit avec la pierre des roches qui l'environnent. La partie haute de Lisbonne, sur la rive droite du Tage, est bâtie sur un calcaire compacte, blanc jaunâtre, très solide, exploité comme pierre de taille, et employé généralement dans les constructions de la ville : les marches des escaliers, etc., y présentent

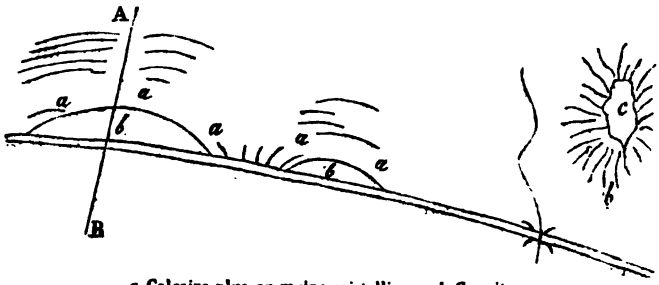
quelquefois des sections de grandes Hippurites. Les églises sont revêtues en partie d'un marbre rougeâtre avec sections nombreuses d'Hippurites et de grandes huîtres qui se détachent en jaune sur le fond de la roche : cet accident est tellement fréquent que tous les badigeonnages de maisons qui veulent figurer des marbres présentent constamment comme caractère essentiel des anneaux d'une nuance différente du fond. — Si l'on sort de Lisbonne par la route de Cintra, on trouve d'abord le calcaire compacte ci-dessus, peu après Bemfica (une lieue de la ville), on rencontre un basalte se délitant en polyèdres de la grosseur de la tête à peu près, disséminés dans un basalte terreux jaunâtre ; peu après Quéluz on retrouve le calcaire de Lisbonne et on le suit tout près de Cintra. Cette dernière ville est sur un granite (à feldspath blanc grisâtre, quartz blanchâtre, mica noir), qui forme au S. les cimes de la Pena (600 mètres environ au-dessus de la mer), et s'étend à l'O. vers le cap Roca. Les hauteurs qui font saillie sur le relief général de la montagne de Cintra sont formées par des amas de polyèdres granitiques irréguliers, de 1 à 30 mètres cubes : des polyèdres analogues très solides paraissent disséminés vers la base de la montagne dans un granite presque entièrement désagrégé. Ces blocs donnent lieu à des accidents fort pittoresques ; le couvent de Cortica n'est guère autre chose qu'une série de chambres irrégulières formées par les intervalles de pareils blocs. — La route ouverte depuis quelques années à l'entrée de Cintra est sur la limite même du granite et du calcaire. Je ne connais aucune localité au monde où l'on puisse mieux constater les phénomènes de contact ; aujourd'hui surtout que les berges de la route sont encore dans toute leur fraîcheur. Entre les dernières maisons de San-Pédro et les premières de Cintra, on voit au côté N. de la route une calotte de granite ayant 18 à 20 mètres de corde, et 4 à 6 de flèche, recouverte et entourée immédiatement par un calcaire cristallin à grandes facettes : le granite diminue de grain à mesure qu'il approche du calcaire, et il passe à une véritable entrite au contact de la roche sédimentaire. Le calcaire est en couches inclinées de 80° vers le N.-45°-O. Avant les premières maisons de Cintra, on voit une seconde calotte granitique, qui n'est guère que moitié de la précédente. Les couches calcaires doivent aller butter contre le granite qui supporte les ruines du château mauresque, mais le contact des deux roches est caché sous les maisons de la partie N.-E. de Cintra. En montant depuis la grande route vers *la Pena*, on coupe la masse des couches calcaires sur une épaisseur de 30 ou 40 mètres? et on les voit enclavées au

S.-E. par le granite qui forme le haut de la montagne. — Le calcaire à grandes facettes est exploité dans de grandes carrières, vis-à-vis l'embranchement de la route qui monte à la Pena, si depuis les carrières on marche vers le N.-E., le calcaire devient d'abord saccharoïde et bleuâtre, puis compacte, bleu-noirâtre, fétide, en couches dirigées N.-45°-O., plongeant vers le N.-E. : ces couches constituent une colline sur laquelle sont situés deux moulins à vent, près desquels, et supérieurement au calcaire précédent, on trouve un calcaire siliceux très sonore, noir-grisâtre, se délitant en fragments schisteux dont les arêtes raient le fer du marteau. Le calcaire des moulins à vent peut se suivre au S.-O. jusque vis-à-vis le palais de la reine; on le voit là en couches de 50 à 80 centimètres, séparées par des lits de marnes rougeâtres, dirigées E.-O., plongeant vers le S. de 45° ; le calcaire est bleu-noirâtre, sonore, donnant par le choc l'odeur d'hydrogène sulfuré : les parties spathiques y abondent, et on y reconnaît des fragments de polypiers, des pointes d'oursins, et quelques autres débris de corps marins indéterminables. Les marbres exploités vers Collares (une heure à l'O. de Cintra) sont probablement le prolongement des calcaires de San-Pedro et de Cintra. — Les phénomènes de contact du granite et du calcaire se voient parfaitement sans presque sortir de voiture, et il est à remarquer que la seule route carrossable de Portugal se termine justement à Cintra, comme si l'on eût voulu faire une galanterie aux géologues qui relâchent pendant vingt-quatre heures à Lisbonne en allant de Southampton à Gibraltar, Malte, etc.

Pour aller de Lisbonne à Coïmbre et Oporto, on remonte d'abord le Tage, pendant cinq ou six heures, ayant à gauche des collines tertiaires, à droite des plaines plus ou moins inondées par les hautes marées, mais qui seraient facilement susceptibles de se convertir en superbes prairies. A Villanova on rejoint une vieille chaussée *romaine ?* qui ne paraît pas avoir été réparée depuis son premier établissement et qui est réduite par conséquent à l'état de *lit de torrent* sur les hauteurs, tandis que dans le bas des vallées elle est assez souvent recouverte par des alluvions qui en font disparaître toute trace. De Villanova à Rio-Mayor on traverse une série de vallons qui paraissent ouverts dans des sables jaunâtres. La végétation assez mesquine de la contrée est peut-être en rapport avec cette nature du sol. En s'éloignant davantage du Tage vers le N. on traverse, à une heure de Rio-Mayor, un chaînon calcaire au pied duquel existent quelques sources salées. La roche est blanchâtre, très solide, compacte : les fossiles doivent être

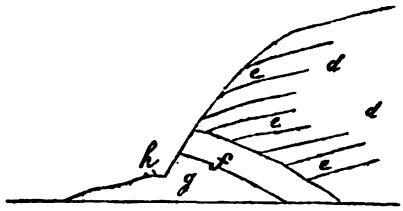
rares, car je n'en ai vu ni dans la roche en place ni dans les pierres de construction : ce calcaire se continue jusqu'à la vallée de la Lès. Est-il crétacé (néocomien) ou jurassique? En approchant de Leiria et plus au N., jusque près de Pombal, on marche sur des sables meubles qui, d'après les traditions du pays, ont été fixés en partie par des plantations de pins, dues au Roi Denis. Les points saillants de la contrée jusqu'à la vallée de Mondego et à Coïmbre sont encore formés par le calcaire blanchâtre, compacte, ci-dessus. La collection de l'université de Coïmbre ne m'a pas beaucoup éclairé sur la constitution géologique de la contrée : seulement j'ai vu dans une armoire *de rebut* une telle quantité de fragments d'Orthocératites qu'il faut admettre que ces fossiles abondent à peu de distance. Je n'ai pu voir M. Roque Schuck, le professeur de géologie, absent pour les fêtes de la Pentecôte ; mais un gardien, espèce de *cicerone*, m'a dit que ces roches de rebut étaient de *tout pays ;* il m'a dit également qu'on trouvait beaucoup de fossiles à deux lieues de Coïmbre jusqu'à Perdão (six heures de marche). La roche la plus apparente de la contrée est un calcaire, plus ancien peut-être que celui de la rive gauche du Mondego ; la descente avant Perdão se fait sur un grès rouge qui rappelle tout à fait celui du Rhin : ce grès est presque la seule pierre de construction jusqu'à Abregaria. Près d'Oporto on rencontre un granite blanchâtre à mica blanc très brillant ; la ville est sur ce même granite qui forme le sol naturel d'un assez grand nombre de rues. (Le choléra a fait de grands ravages à Oporto en 1832 et 1833 ; avis à qui croit que Lyon en a été préservé par le granite de Pierrecise !). On exploite à deux lieues d'Oporto vers l'E., à Valongo, un anthracite légèrement bitumineux, ou une houille sèche avec empreintes de végétaux. Je n'ai malheureusement jamais pu m'absenter de la ville pour visiter cette localité ; mais le gouverneur d'Oporto m'a assuré qu'on exploite près de Figueira, à l'embouchure du Mondego, un combustible bitumineux donnant du gaz pour l'éclairage et du coke.

Contact du calcaire et du granite à Cintra.



a Calcaire plus ou moins cristallin. — *b* Granite.
c Château mauresque.

Coupe suivant A B.



d Calcaire à peine grenu. | *f* Eurite.
e Calcaire à grandes facettes. | *g* Granite à gros grains.
h Grande route.

Je pourrais ajouter à ces notes *fugitives* une donnée sur le diamètre d'un arbre historique à ajouter à ceux que je vous ai entendu citer plus d'une fois dans l'heureux temps où je pouvais suivre vos cours. J'ai mesuré, à Grenade, un cyprès du jardin du *Généralife*, qu'on nomme *Cyprès de la sultane*, parce qu'il aurait servi de rendez-vous entre la dernière reine de Grenade et un Abencerrage. Cet arbre, qui devait avoir un certain âge déjà avant la conquête de Grenade par Ferdinand et Isabelle en 1594, mesuré à 1 mètre au-dessus du sol, le 30 avril 1849, se trouve avoir 3 mètres 64 centimètres de circonférence.

Séance du 1er avril 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. DE CURNIEU, rue de la Chaussée-d'Antin, 68, présenté par MM. de Verneuil et d'Archiac.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Fitton, *Statistics*, etc. (Statistiques de la houille) (extr. de l'*Edinburgh Review*, oct. 1849) ; in-8, 23 p. Londres, chez Spottiswoodes and Shaw.

De la part de M. Robert W. Mylne, *Sections*, etc. (Coupes des couches de Londres) ; in-4, 8 p., 6 pl. Londres, 1850, chez James Wyld.

De la part de M. Nérée Boubée, *Réforme agricole*, 3e année, n° 18, février 1850.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1850, 1er semestre, t. XXX, nos 11 et 12.

L'Institut, 1850, nos 846 et 847.

Séances et travaux de l'Académie de Reims, année 1849-1850, nos 8 à 10.

The Athenæum, 1850, nos 1169 et 1170.

M. Ed. de Brimont, trésorier, présente le compte suivant de l'état de la caisse au 31 mars dernier :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1849. .	667 fr.	05 c.
La recette, depuis le 1er janvier 1850, a été de	4,997	00
Total. . .	5,664	05
La dépense, depuis le 1er janvier 1850, a été de	2,499	65
Il reste en caisse au 31 mars 1850	3,164	40

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. A. Daubrée :

Sur la présence du bismuth natif dans le minerai de fer de Framont, par M. A. Daubrée.

Dans l'intérieur d'une géode de chaux carbonatée nacrée qui provient du gîte de Framont j'ai rencontré parmi de petites lames de fer oligiste deux petits cristaux, doués d'un éclat métallique très vif, et d'un blanc faiblement rosé. Cette substance se laisse entailler avec la plus grande facilité; en le brisant on y reconnaît plusieurs faces de clivage. Elle est très facilement fusible et elle dépose autour d'elle, sur le charbon, un enduit jaune pulvérulent. L'acide nitrique la dissout et la dissolution neutre se trouble par l'addition de l'eau. Ainsi, par ses caractères extérieurs comme par ses caractères chimiques, le minéral est identique avec le bismuth natif.

Jusqu'à présent le bismuth natif n'a pas été trouvé en cristaux bien caractérisés; c'est d'après l'examen des clivages que M. G. Rose vient d'établir le fait intéressant que le bismuth cristallise dans le système rhomboédrique comme l'antimoine (1). Les deux cristaux dont il s'agit présentent de nombreuses faces, mais malheureusement ils ne sont pas complétement terminés; par suite de leur état incomplet et de la multiplicité de leurs faces, je n'ai pu reconnaître s'ils appartiennent au système hexagonal ou au système rhomboïdal, car il serait possible que le bismuth fût aussi dimorphe; on voit seulement qu'ils ne sont pas dans le système régulier. La substance est d'ailleurs si tendre et si fragile, que sur les seuls petits cristaux que j'ai rencontrés jusqu'ici je n'ai pu distinguer la position des faces de clivage.

Jusqu'à présent le bismuth natif n'a pas été signalé dans des gîtes de fer, position dans laquelle cependant on a rencontré le bismuth sulfuré à la mine de Bastnaes, en Suède. La présence de ce minéral à Framont, en même temps qu'elle augmente la liste des minéraux de cette localité remarquable, offre une nouvelle sorte de gisement du bismuth natif.

---

(1) G. Rose, *Jahrbuch für mineralogie*, 1849, p. 566.

M. de Wegmann entretient la Société d'une expérience qu'il a faite en Savoie, l'été dernier, dans le but de rechercher, par voie d'analogie, si des couches sédimentaires ont pu se déposer au fond des eaux *sur des plans inclinés.*

Dans un bassin d'environ 15 mètres cubes (2m,50 de profondeur), servant à l'arrosement d'un pré, et alimenté par un ruisseau d'eau vive, M. de Wegmann, après avoir mis ce bassin à sec, en détournant momentanément le cours d'eau, fit placer au fond une couche épaisse de plâtre, divisée en compartiments mobiles, et préalablement moulée de telle sorte que ce fond factice représentât en petit les inégalités du sol sous-marin dans ses dépressions et ses protubérances. Les pentes toutefois n'excédaient pas 40 degrés. On ramena alors le ruisseau dans le bassin, et, quand celui-ci fut à demi rempli, on mêla successivement à l'eau courante d'abord du sable fin, puis du charbon en poudre, puis de nouveau sable et de nouveau charbon, alternant cette opération plusieurs fois et laissant à chacun de ces charriages le temps nécessaire pour se déposer tranquillement, avant de charger le ruisseau d'un nouveau transport de matières. Entre chaque dépôt, et pour ne pas troubler les précédents, le bassin était à demi vidé au moyen d'un siphon effilé. Après que cette opération eut été répétée cinq à six fois, le réservoir fut mis à sec, les compartiments de plâtre furent asséchés et disjoints, et l'on put s'assurer que des couches alternantes, parfaitement distinctes l'une de l'autre par la nature des matériaux et leur couleur, s'étaient régulièrement moulées sur le fond ondulé du bassin.

De ces faits M. de Wegmann s'enhardit à conclure, par analogie : 1° que des couches sédimentaires, lacustres et marines, ont pu se superposer sur des plans inclinés toutes les fois que la pente n'excédait pas 40 degrés, cette pente étant, comme on sait, l'inclinaison maximum qu'affectent les éboulis de montagnes, et en général toutes les matières mobiles, le blé, par exemple, quand elles s'accumulent en tombant sur une surface plane ; 2° qu'il pourrait, par conséquent, n'être pas *toujours* nécessaire de recourir à des soulèvements ou affaissements violents, à des plissements, à des refoule-

ments du sol, conséquence d'une action souterraine postérieure, pour expliquer l'inclinaison de certaines couches s'appuyant sur d'autres en stratification discordante, ces couches inclinées ayant pu se mouler paisiblement, au sein des eaux, sur les premières boursouflures du sol, résultant de la solidification intumescente de l'écorce terrestre, dont elles reproduiraient ainsi le relief ébauché; 3° enfin, qu'on pourrait déduire de ce mode de sédimentation par couches inclinées la contemporanéité de faunes placées à des niveaux différents.

Ainsi donc, *et à moins que des traces de rupture ou autres signes de dislocation ne s'y opposent*, on pourrait ne pas *toujours* affirmer que lorsque des couches viennent se relever contre un massif cristallin, par exemple, ce massif fût *nécessairement* postérieur; le contraire pourrait être vrai dans plusieurs cas, où les causes ordinaires suffisent pour expliquer les faits, sans recourir partout, comme c'est la pente du jour, à des forces anormales et gigantesques, pour expliquer des phénomènes possibles à moins de frais.

M. de Wegmann ajoute, en terminant, qu'on pourrait même distinguer, par le degré d'inclinaison des couches, celles qui se sont déposées sur des plans déjà inclinés de celles qui, bien que légèrement inclinées elles-mêmes, ne s'en seraient pas moins déposées sur un fond plat. Celles-ci seraient naturellement celles qui affectent une pente nécessairement peu sensible, attendu que leur déclivité n'est la suite que de la différence de pesanteur spécifique et du plus ou moins d'abondance des matières déposées, à mesure que le dépôt s'éloigne du point où les affluents transporteurs débouchaient dans le bassin où la précipitation s'effectuait. M. de Wegmann appuie cette considération sur un fait qu'il tient du dernier ministre de France au Texas, avant l'annexion de cette province à la grande Confédération américaine. La mer, devant Galveston, repose en effet sur un fond dont la pente légère affecte une régularité si constante, qu'elle sert aux marins de moyen d'estime pour calculer, à plusieurs lieues au large, l'éloignement où ils sont du rivage. En jetant, en effet, la sonde sur deux points, à une distance déterminée l'un de l'autre et suffisante, on voit que le rapport de cette distance à la différence des deux lignes de

sonde représente la tangente de l'angle à la côte, et que cet angle une fois connu donne, au moyen d'un second triangle rectangle, la distance du navire au rivage (1).

Ici donc se forme sous nos yeux, par l'action lente et incessante des causes ordinaires, un vaste plateau sous-marin légèrement incliné, dont l'émersion future, si elle a lieu, présentera un jour les feuillets ou les couches comme les témoins muets d'une sédimentation paisible et régulière.

M. Constant Prévost croit que l'on ne saurait trop multiplier et varier les expériences de la nature de celles dont M. de Wegmann vient de faire connaître les résultats principaux; il a lui-même fait à diverses reprises des tentatives analogues, soit dans des vases de petite dimension, soit dans des bassins de plusieurs pieds de diamètre et de profondeur, et dans tous les cas il est parvenu à obtenir des dépôts successifs nettement séparés, quelle que fût leur minceur, sur des pentes unies ou ondulées de 20, 30 et 35 degrés. — M. Constant Prévost avait encore un autre but, c'était de produire artificiellement des dépôts synchroniques différents, des alternances, des mélanges et des enchevêtrements de matières variées, en faisant affluer en même temps dans un bassin, avec des vitesses plus ou moins accélérées et par des points opposés, des courants chargés de sédiments de nature ou de coloration diverses : depuis longtemps il a communiqué les résultats de ces essais dans ses cours et à la Société elle-même.

M. Constant Prévost n'a jamais pensé, non plus que M. de Wegmann, qu'il faille conclure de ce que dans certains cas des matières sédimentaires peuvent être déposées sur des plans inclinés, que la plupart des couches inclinées ne le soient pas par suite de dislocation du sol; seulement il lui semble important que les observateurs soient prévenus que *la non-horizontalité des dépôts sédimentaires ne prouve pas toujours leur dislocation*,

---

(1) l représentant la grandeur de la plus longue des sondes, l' celle de la plus petite, d la distance des deux points où l'on a effectué le sondage, x la distance du navire au rivage, on aura :

$$x = l\,\frac{(l - l')}{d}.$$

et que, par conséquent, cette non-horizontalité peut être due à plusieurs causes qu'il faut savoir discerner, par un examen attentif, à de certains caractères. Si, par exemple, l'inclinaison est le résultat des dislocations du sol, les ruptures, les solutions de continuité, les changements brusques d'inclinaison et de niveau, la disposition des fragments de roches, des galets, des fossiles par rapport au plan des strates ne l'attestent-ils pas suffisamment? Lorsqu'au contraire les dépôts ont été formés sur des plans inclinés, les mêmes couches passent presque toujours, par des pentes insensibles et des lignes courbes, de l'horizontalité à *des inclinaisons plus ou moins fortes et modelées sur le sol inférieur;* les mêmes couches, épaisses dans les parties basses, s'amincissent en se relevant, les divers lits s'imbriquent sur les massifs qui préexistaient et qui les supportent, *massifs que l'on est trop souvent disposé à regarder comme les agents du redressement.*

Parmi les causes nombreuses et variées qui peuvent et ont pu donner lieu à des changements d'inclinaison et de niveau dans les dépôts de sédiment, M. Constant Prévost cite, comme exemple, l'expérience suivante : Dans un bassin circulaire et concave de 3 pieds de diamètre et de 25 centimètres de profondeur on a laissé déposer alternativement des matières argileuses et des sables ; les premiers lits se sont formés sous un angle d'environ 20 degrés, et les derniers sont devenus graduellement horizontaux, de manière que l'ensemble du dépôt avait 20 centimètres d'épaisseur au centre. On a laissé évaporer le liquide et dessécher les sédiments ; ceux-ci se sont affaissés de moitié, de telle sorte, qu'au centre du bassin leur surface se trouva à 10 centimètres au-dessous du niveau des bords vers lesquels cette surface se relevait circulairement avec une pente de 12 degrés au moins, car un autre phénomène s'était produit qui avait contribué encore à l'inclinaison des couches : en se desséchant, les matières sédimentaires s'étaient détachées des parois du bassin, et s'étaient élevées au-dessus de leur premier niveau, en laissant une véritable vallée circulaire à bords abrupts et escarpés entre elles et les parois du bassin.

Si de pareils effets avaient lieu dans une cavité submergée, puis émergée, de 1,000 mètres de largeur sur 250 de profondeur

(et l'on ne voit pas pourquoi cela ne serait pas), le dessèchement, par suite de l'émersion, pourrait produire une différence de niveau de 100 mètres entre les parties centrales d'un même dépôt et ses bords, et dans ce cas l'inclinaison observée des diverses couches superposées pourrait être rapportée à trois causes distinctes : 1° la pente originaire du sol ; 2° le tassement central des sédiments et leur diminution de volume en raison de leur épaisseur ; 3° le redressement des bords par le dessèchement.

M. de Roys rappelle que M. Rozet a fait, il y a 13 ou 14 ans, des expériences analogues, consignées dans le Bulletin, et qu'il arrive, d'ailleurs, aux mêmes conclusions (1).

M. Rivière connaît toutes les expériences dont il vient d'être question ; il pourrait citer encore celles de M. James Hietz sur les dépôts des bords de la mer ou des rivières ; mais, à ses yeux, ce sont des phénomènes purement locaux et qui n'ont rien de commun avec les soulèvements.

M. Boubée admet les résultats des expériences décrites précédemment ; mais, à ses yeux, il manquait à ces expériences une circonstance importante, le mouvement. Si les eaux eussent été agitées d'un mouvement provenant du centre du bassin, les dépôts n'auraient eu lieu que sur les parois de ce bassin. Ils n'eussent point été parallèles les uns aux autres, mais seraient venus se ranger par ordre de pesanteur spécifique et suivant la grosseur des matériaux ; le mouvement lui paraît une circonstance nécessaire.

M. Deshayes dit, au contraire, qu'à une profondeur de 40 mètres la mer est dans une immobilité absolue.

M. Hébert ne conteste pas ce que peuvent avoir de fondé les observations générales présentées par M. de Wegmann ; aussi croit-il, dans un mémoire lu précédemment, et auquel il vient d'être fait allusion, s'être tenu en garde contre l'abus. Mais le niveau des couches à *Cyrènes* dans l'étage des lignites, par exemple, est un horizon bien établi : si cet horizon se retrouve à différents niveaux, il faut bien en conclure que les dépôts ne sont pas aujourd'hui dans les mêmes positions relatives qu'elles l'étaient primitivement.

---

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 1re série, t. VI, p. 340.

M. Constant Prévost dit qu'en thèse générale, et sous certaines conditions, on peut soutenir que, dans un bassin donné, *les sédiments physiquement et minéralogiquement identiques peuvent représenter plusieurs âges ou étages, tandis que les matières différentes peuvent être contemporaines.*

Il ajoute que cette idée a depuis longtemps été soutenue par notre confrère Boblaye, de bien regrettable mémoire, qui en a fait l'application aux dépôts récents de la Morée (1); elle est en même temps le principe et la conséquence de la théorie des formations (2).

Si dans un bassin circulaire à pentes régulières et uniformes on suppose que des eaux découlant du sol émergé apportent continuellement un mélange de galets, de sable et d'argile, les galets plus lourds resteront près des rivages, le sable ira plus loin, mais moins que l'argile, qui gagnera le centre; à chaque moment physique il se formera donc trois cercles concentriques de galets, de sable et d'argile; dans le moment suivant trois nouveaux cercles semblables se superposeront aux premiers, avec lesquels ils se confondront, et ainsi de suite pendant une période composée de plus ou moins de moments: toujours est-il que la période entière sera représentée aussi bien par tout le dépôt de galets que par celui de sable ou celui d'argile, et que, d'une autre part, à chaque moment, quelque court qu'il soit, correspondra une partie des trois dépôts.

Ces dépôts pourront et devront même être placés en gradins et comme superposés en raison de la pente du sol, de sorte que les galets seront en haut, les argiles au fond et les sables entre les deux.

On a supposé un bassin uniforme, une action affluente continue et constante; mais qu'il y ait alternative de mouvement et de repos, déplacement dans le déversement des eaux, variation dans leur vitesse, dans leur abondance et dans celle des matières charriées, quelle complication n'en résultera-t-il pas

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 1re série, t. VI, Compte rendu des travaux pour 1832 et 1833, p. xxi.

(2) *Bull. de la Soc. géol.*, t. IX, p. 90; t. X, p. 34; t. XI, p. 180; t. XII, p. 66 et 163.

dans les effets, sans que le principe précédemment posé soit changé en rien ?

C'est ainsi que, si dans le second moment la vitesse et l'abondance des eaux sont plus grandes, les galets déposés dans le premier moment, ou n° 1, ne seront pas recouverts par les galets n° 2, qui se superposeront au sable n° 1, tandis que le sable n° 2 couvrira les argiles n° 1, et que les argiles n° 2 iront au delà des argiles n° 1 avec lesquelles elles se confondront ; le troisième moment pourra donner lieu à des déplacements en sens inverse ou bien rétablir l'ordre premier, etc.

Des phénomènes analogues se produiront tant par les eaux pluviales à leur embouchure dans les deltas, que sur les rivages de la mer par l'action des vagues.

C'est par des actions de ce genre que M. Constant Prévost cherche depuis longtemps à se rendre compte des alternances, si régulières en apparence, des grès, des schistes et des charbons dans les dépôts houillers : malgré cette succession que l'observation constate en chaque point, il n'en est pas moins incontestable que chaque lit de charbon est réellement contemporain d'un lit de grès et d'un lit de schiste, et *vice versâ*, et que chaque moment, si court qu'il puisse être supposé, a pour représentants à la fois les trois substances charbonneuse, arénacée et argileuse.

La belle coupe du bassin houiller de *Colebrooke-Dale*, donnée par M. Prestwich (1), fait bien entrevoir cette manière d'envisager certaines alternances, comme elle donne les moyens de comprendre, mais sur une plus grande échelle, le *synchronisme de la formation marine* du calcaire carbonifère *et de la formation fluvio-marine* du dépôt houiller, et, par suite, le *synchronisme de toutes les formations* (2).

M. Élie de Beaumont rappelle que, dans ses leçons au collége de France, il a traité ces diverses questions avec une grande étendue : il ne reviendra pas aujourd'hui sur les opinions qu'il

(1) *Geol. Trans.*, second series, vol. V, pl. XXXVII.

(2) Voy. *Comptes rendus hebdomad. de l'Académie des sciences*, t. XX, 14 avril 1845 : Chronologie des *Terrains* et synchronisme des *Formations*.

a émises à ce sujet. Il fera seulement quelques remarques sur les expériences dont il s'agit. Celle dans laquelle on a fait arriver l'eau dans un bassin, où elle a déposé tranquillement, d'où on l'a décantée avec le plus grand soin, au moyen d'un siphon très effilé, n'est, comme toutes les expériences analogues, qu'on lui permette cette expression, qu'une récréation géologique qui ne ressemble qu'imparfaitement à ce qui se passe dans la nature. Pour reproduire les circonstances naturelles il aurait, au contraire, fallu agiter l'eau avec toute l'intensité possible. Ce que l'on a exposé peut donc rappeler ce qui s'est passé sur quelque point exceptionnel : mais entre cette expérience et les couches relevées dans les montagnes il n'y a aucune espèce d'analogie.

Quant au dépôt sous-marin des côtes voisines de Galveston, on oublie trop la petitesse des pentes sur lesquelles se produit ce dépôt : si cette pente dépassait quelques minutes, on n'aurait pu trouver le fond à une petite distance de la côte : mais ces pentes sont tellement faibles, que si le golfe du Mexique était mis à sec, l'œil ne pourrait apprécier celle que présenterait son fond près des côtes. Au reste, M. Élie de Beaumont admet bien qu'il peut se former des dépôts de matières très ténues dans les parties profondes de l'Océan ; mais ces dépôts ne jouent qu'un rôle peu important dans les formations géologiques, parce que, le plus souvent, les couches que l'on y rencontre contiennent des fossiles qui ont vécu en place, et qui attestent, par conséquent, une petite profondeur d'eau.

M. Deshayes dit que, d'après les recherches de M. Ed. Forbes, les mollusques peuvent vivre à des profondeurs assez considérables : il cite même une expérience de M. Aimé, dans laquelle une sonde aurait ramené de plus de 1500 mètres des animaux qui vivaient appuyés sur le sol.

M. Élie de Beaumont répond que les expériences de M. Forbes, qu'il connaît très bien, permettent de fixer à environ 500 mètres le zéro de la vie animale ; et quant à celle qui vient d'être mentionnée, elle ne lui paraît pas constituer une preuve suffisamment authentique de l'existence de la vie animale à une profondeur de 1500 mètres.

M. d'Omalius d'Halloy fait observer que les expériences dont il a été question n'expliquent point les couches inclinées par dislocation ; car celles-ci sont accompagnées presque toujours de traces de dérangement, de rupture, souvent d'un renversement complet.

M. de Wegmann, revenant sur ce qui a été dit au sujet de l'expérience dont il vient d'entretenir la Société, répond d'abord qu'il ne connaissait nullement les expériences analogues de MM. Rozet, Constant Prévost, James Hietz et autres, n'étant point encore membre de la Société quand il en a été question devant elle. Il ignore jusqu'à quel point la sienne rentre dans la catégorie des récréations géologiques ; elle s'y trouverait, au besoin, en assez bonne compagnie avec celles de ses savants confrères ; et d'ailleurs, étant faite dans des conditions convenables, la petitesse de l'échelle n'en infirmerait pas les résultats. S'il fallait, en effet, pour que nos essais eussent quelque valeur, que les instruments de nos recherches fussent en rapport de grandeur avec les formes colossales de la nature, il faudrait briser tous nos instruments de physique et de chimie, supprimer tous nos appareils, fermer tous nos laboratoires. Cependant, avec un cerf-volant de quelques pieds Franklin soutirait la foudre des nuages ; Lavoisier, combinant quelques litres de gaz, reproduisait l'eau de nos sources : nous tous, avec quelques grammes d'acide chlorhydrique et de soude, nous formons du sel identique avec celui de l'Océan. Qu'importe donc, au fond, l'exiguïté des moyens, si les résultats obtenus reproduisent exactement les phénomènes naturels ?

Quant à suivre l'avis de M. Élie de Beaumont, qui aurait voulu qu'au lieu de favoriser le dépôt des couches et leur superposition par le calme, M. de Wegmann en eût mélangé les matériaux pêle-mêle en agitant violemment le liquide, ce mode de procéder eût été directement contre son but, lequel était d'imiter ce qui se passe probablement au fond des mers, où l'action des vents, des courants et des marées cessant de se faire sentir au-dessous de 40 mètres, la sédimentation doit s'opérer paisiblement. Conséquemment, pour obtenir des dépôts et des superpositions de couches possibles, on ne pouvait agir que comme on l'a fait. Il suffit d'ailleurs que M. Élie de Beaumont reconnaisse lui-même

que sur des points qu'il dit exceptionnels les choses peuvent se passer en grand comme elles se sont passées ici en miniature, pour espérer de son impartialité qu'elle grossisse un peu le chiffre de ces points exceptionnels.

Est-ce à dire pour cela qu'on méconnaisse les couches *véritablement relevées* et qu'on s'insurge contre les soulèvements? Ce serait prêter gratuitement à celui qu'on critique une énormité qu'il décline, et dont il n'a pas à se défendre.

M. de Wegmann sait bien que pour les êtres qui peuplent l'Océan, la science prend sur elle de fixer à la profondeur de 500 mètres le zéro de la vie animale. Cependant il y a controverse sur ce chiffre : M. Ed. Forbes va au delà, et M. Deshayes, tout à l'heure, étendait, sur la foi de M. Aimé, la possibilité de la vie à une limite où la pression serait triplée. Que conclure de certain de ces incertitudes contre la contemporanéité de faunes placées à des niveaux différents? Veut-on nier d'une manière absolue que les mêmes genres, sinon les mêmes espèces, puissent vivre ensemble, dans le même temps, aux extrémités d'une même couche inclinée? On hésiterait sans doute à se prononcer.

Enfin, quant à ce qui a été dit par M. Élie de Beaumont au sujet de l'atterrage de Galveston, qu'on ne trouverait pas le fond à une assez faible distance du rivage si, dans le triangle employé comme moyen d'estime pour calculer cette distance, l'angle à la côte dépassait quelques minutes, M. de Wegmann ne conteste pas cette vérité ; mais il maintient que, si cet angle est faible, il est néanmoins sensible, puisqu'on s'en sert fréquemment dans la pratique, et qu'on peut déduire de ce fait une déclivité appréciable et régulière de la plage sous-marine. On sait d'ailleurs que sur la ligne idéale qui joindrait la pointe nord du Yucatan à la pointe méridionale des Florides, et qui encerclerait le golfe du Mexique, la sonde a indiqué en plusieurs lieux des profondeurs assez considérables pour que, en supposant l'émersion du sol sur lequel reposent les eaux du golfe, la pente, à partir de cette ligne jusqu'aux rivages du Texas, ne laissât pas que de se faire sentir au pied du voyageur. Elle présenterait, non pas à l'œil, mais aux instruments géodésiques, une inclinaison suffisante pour accuser aux points

extrêmes une différence de niveau dont les géologues futurs ne négligeraient sans doute pas de donner la cote dans leurs coupes.

M. de Wegmann se félicite hautement de voir ses opinions, conformes à celles de M. Constant Prévost et de Boblaye, et partagées, à ce qu'il semble, par M. Deshayes, s'appuyer sur l'autorité de ces savants. Il ne comprend pas bien M. Boubée, qui, tout *en admettant les résultats obtenus*, est cependant d'avis qu'il leur manque quelque chose. Dans tous les cas, il serait heureux d'espérer que des observations locales vinssent confirmer des conclusions qu'il n'appuie lui-même qu'avec réserve sur l'expérience dont il a donné le détail et soumis les résultats à la Société.

M. Élie de Beaumont dit que, ne voulant pas allonger outre mesure cette discussion, il se contentera de justifier ce qu'il a avancé précédemment sur les conditions de l'expérience, en renvoyant à une note de M. J. Bertrand *sur la similitude en mécanique* (1).

Dans cette note, remplie d'aperçus ingénieux, le jeune et savant professeur a résumé, avec sa lucidité habituelle, les idées de Galilée, de Newton, de Fourier et de M. Cauchy sur le point important auquel elle se rapporte. Il a signalé aux constructeurs de machines les fautes qu'ils sont exposés à commettre contre le principe de la *similitude en mécanique*. Les géologues peuvent profiter aussi de ses avertissements.

M. Delanoüe communique la note suivante :

Des caractères et des limites du terrain dévonien inférieur dans le bassin boulonnais-westphalien (2), par M. J. Delanoüe, *de Raismes* (*Nord*).

La diversité des classifications proposées pour l'étude de ce bassin rend indispensable aujourd'hui une synonymie synchronique.

(1) *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences*, t. XXV, p. 163, 1847.

(2) Nous avons voulu exprimer par cette double dénomination la liaison des dépôts anciens de la Westphalie avec ceux du bas Boulonnais.

Nous en offrons un essai dans le tableau ci-joint, en émettant le vœu que la science soit bientôt dotée d'un tableau synchronique général des terrains de tous les âges et de toutes les régions du globe.

Les terrains paléozoïques du Boulonnais, de la Belgique et de la Prusse rhénane offrent aux sciences naturelles un admirable champ d'étude, et à l'industrie minérale une source d'inépuisables richesses. Il n'existe peut-être nulle part un bassin plus intéressant par le nombre et l'importance de ses exploitations de houille, de zinc, de fer, de plomb, d'argile, d'alun, d'ardoises, de marbres, etc.

Le géologue français surtout ne peut trouver sur le continent une contrée plus facile à explorer, en raison de la proximité de Paris, de la communauté de langage, et surtout de la multiplicité des chemins de fer, des travaux souterrains et même des coupes naturelles; et pourtant, quoi de moins connu de nous que ce curieux bassin situé aujourd'hui à six heures de la capitale?

Le vieux grès rouge (1), en particulier, est l'élément le moins étudié de toute cette série paléozoïque, et cela se comprend; il ne fournit à l'industrie que quelques minerais de fer, presque pas de calcaire, de mauvaises pierres à bâtir et quelques grès réfractaires; aussi n'a-t-il été l'objet que d'un petit nombre d'excavations. D'ailleurs, comme on n'y connaissait pour ainsi dire pas de fossiles (2), les géologues et les paléontologistes l'ont généralement dédaigné.

Si, comme nous l'avons affirmé ailleurs, la formation des *gîtes irréguliers* de fer hydraté scoriforme doit être attribuée à la réaction chimique des roches calcaires sur des eaux thermales métallifères, comment ici se rendre compte de la présence des minerais de fer dans le vieux grès rouge, qui est à peu près dépourvu de calcaire? Cette contradiction n'est qu'apparente. Les minerais du vieux grès rouge ne sont ni concrétionnés, ni cariés, ni en gîtes irréguliers; ils s'appellent *mines rouges*, et il est impossible de les confondre avec les autres, dites *mines jaunes*. Ils sont anhydres, friables, tachants, en couches compactes, et d'une épaisseur constante sur une grande étendue. Ils sont évidemment contemporains du vieux grès rouge dont ils ne sont que la matière colorante. Le

(1) Nous restreignons ici la dénomination de *vieux grès rouge* à la partie inférieure du système dévonien (*grès pourprés* de M. Cordier).

(2) M. d'Omalius d'Halloy y a cité trois fossiles sans indication de localité.

sesquioxyde de fer anhydre, accumulé dans certaines assises, y constitue un minerai de fer exploitable dont M. de Koninck a reconnu la richesse et la bonne qualité (Trélon, 4 kil. au S.-E.).

Le terrain de vieux grès rouge est un vrai protée par la diversité de ses roches. C'est tantôt un phyllade soyeux comme l'ardoise et tantôt un poudingue grossier et désagrégé comme le diluvium; d'autres fois, ce sont des quartzites, des grès et des argiles passant du rouge lie de vin au verdâtre, au jaune et même au blanc (sud d'Eupen, Taisnières-sur-Hon, etc.). Une seule chose, en l'absence des fossiles et de l'inclinaison, paraît distinguer ce terrain des grès plus récents : c'est le parallélisme et la constance de ses diverses roches qui alternent en assises régulières et bien distinctes.

Entre Maubeuge et Binch, à 2 kil. O. de Rouvroy, on a fait des recherches infructueuses de cuivre dans le vieux grès rouge; on y a trouvé seulement un minerai pyriteux infiltré dans les cavités laissées par des graines et des tiges végétales. Une épigénie ultérieure a converti les sulfures en sulfates, puis en sesquioxyde de fer et en carbonates de cuivre vert et bleu qui dessinent quelquefois les feuilles et les empreintes symétriques des écorces. M. Ad. Brongniart y a reconnu, à première vue, des tiges, des pétioles et des fragments de folioles d'une ou deux fougères du genre *Sphenopteris*, et deux ramules, l'une jeune, l'autre vieille, du *Lepidodendron fastigiatum* ou d'une espèce bien voisine; ce savant nous ayant avoué qu'il ne connaissait encore aucun végétal authentique du vieux grès rouge et qu'il désirait bien garder ceux-ci pour une étude ultérieure, nous nous sommes empressé de donner tout ce que nous en possédions au Muséum d'histoire naturelle.

A Anor, au sud de Trélon (département du Nord), on exploite, pour les chemins, un grès blanc et friable que l'on croirait tertiaire s'il n'était incliné de 45° N. et intercalé dans les assises du vieux grès rouge, tout près des phyllades siluriens de Forge-Neuve. Un des bancs de cette carrière est pétri de moules de Brachiopodes, parmi lesquels M. de Verneuil a reconnu sans hésiter :

Le *Spirifer macropterus* (Roemer), qui se retrouve à Oriskany (États-Unis), et dans le calcaire d'Izé, en Bretagne;

Et le *Leptæna Murchisoni* (de Vern. et d'Arch.), qui se retrouve dans la rade de Brest et dans les Asturies, à la base du terrain dévonien, d'après M. de Verneuil.

Ceux qui feront un examen plus attentif de ce banc de fossiles y reconnaîtront sans doute beaucoup d'autres espèces que l'on y entrevoit; ils devront le suivre en Belgique, car je l'ai revu à Beauwelz.

Le vieux grès rouge supporte, quoi qu'on en dise (1), le calcaire de l'Eifel. Cette superposition est en stratification concordante et parfaitement évidente à Sötenich (Eifel); elle se retrouve au S.-O. à Vicht, à Eupen, à Chaufontaine (Belgique), au sud de Givet et de Trélon (France), et sur une foule de points intermédiaires. Ce grès forme deux bandes en entrant dans le département du Nord, par Rouvroy et par Anor; il disparaît à Valenciennes pour reparaître entre Douai et Boulogne, à Aix-en-Gohelle, et sur neuf autres points signalés par la carte géologique de France. Il est représenté en Bretagne par les poudingues de Poullaouen, puisque ces derniers constituent, d'après M. Dufrénoy, la base du terrain dévonien. Il s'étend aussi à la base des montagnes d'Écosse, dans les îles Shetland et en Dalécarlie; il couvre en Russie d'immenses étendues, de Voronèje à l'embouchure du Niémen, et depuis le Niémen jusqu'aux rives de la mer Blanche; il forme enfin de longues bandes aux pieds des monts Ourals. Il constitue ainsi un horizon géologique immense et nettement dessiné dont il importe extrêmement de bien fixer la position synchronique. Cette position est en ce moment fort obscure : la plupart des auteurs affirment que la place de l'*old red sandstone* doit être entre le calcaire de Tournay et le psammite du Condros; mais, ne pouvant l'y trouver, ils déclarent alors qu'il manque en France et en Belgique, tandis qu'il y existe réellement sur une immense étendue. Cette grave erreur tient à une équivoque qu'il importe de faire cesser.

Les expressions *old red sandstone* et *vieux grès rouge* ne sont pas complétement équivalentes (*voy.* le tableau ci-joint). Ainsi l'*old red sandstone* d'Écosse représente, non seulement le vieux grès rouge tel que nous l'entendons ici, mais encore tous les calcaires et schistes qui le recouvrent jusqu'au *mountain-limestone* exclusivement. Il est l'équivalent de tous les terrains, dits *dévoniens*, du continent et de l'ouest de l'Angleterre. Notre vieux grès rouge proprement dit ne représente que la partie inférieure de l'*old red sandstone* d'Écosse ou terrain dévonien inférieur. Comparons l'ensemble des formations de ces deux contrées, et nous y découvrirons en effet de remarquables analogies.

La partie inférieure de l'*old red sandstone* n'est pas plus calcaire que le poudingue de Burnot.

La partie moyenne abonde en calcaire (*cornstone*) et en nombreuses espèces de poissons. Il en est de même dans le bassin boulonnais-westphalien; le calcaire domine aussi, à la même hauteur,

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XI, p. 236.

à Ferques, Trélon, Chimay, Givet, Munster-Eifel, etc.; et c'est là aussi que se trouvent les poissons du Boulonnais, de la Belgique, et ceux que M. de Verneuil a recueillis dans l'Eifel.

Rien enfin ne s'oppose à ce que la partie supérieure de l'*old red sandstone* représente le psammite du Condros, et, par conséquent, la grauwacke supérieure de la Prusse, la nature des roches étant à peu près la même.

La puissance et l'étendue des poudingues du vieux grès rouge nous conduisaient naturellement à présumer qu'ils sont les débris de roches violemment brisées, le résultat enfin de quelque grande dislocation du globe; mais il restait à fixer l'époque et les causes de ce cataclysme, et c'est ce que M. Élie de Beaumont vient de faire avec une véritable perspicacité (1).

MM. Sedgwick et Murchison ont reconnu, en 1846, qu'au-dessus des *Ludlow-rocks* une masse épaisse de dalles rouges, appelées *tilestone*, et confondues jusqu'ici avec l'*old red sandstone*, *contenaient des fossiles appartenant tous au terrain silurien supérieur* (2), et étaient recouvertes en stratification discordante par l'*old red sandstone*. Pareille discordance de stratification se retrouve encore entre le terrain ardoisier et le vieux grès rouge de Burnot (3), à Fumay, Givet, Pépinster, et dans le nord de l'Europe. M. Élie de Beaumont, s'appuyant sur ces faits et sur d'autres considérations de l'ordre le plus élevé, arrive à conclure que le *système du Westmoreland et du Hundsrück* E. 31° N. a soulevé le *tilestone* et tout le terrain ardoisier avant l'apparition du véritable *old red sandstone* et du poudingue de Burnot; mais il ne croit pas pouvoir encore fixer définitivement à cette époque la limite des terrains silurien et dévonien.

Ce point de démarcation paraît cependant si naturel, qu'un de nos meilleurs observateurs, M. d'Omalius d'Halloy, en avait été frappé il y a déjà quarante ans, puisqu'il y plaçait la limite de son *terrain ardoisier* et de son terrain *anthraxifère*.

D'un autre côté, des géologues distingués, MM. de Koninck, Dumont (4), C.-F. Roemer, etc., font descendre le terrain dévonien bien plus bas que le poudingue de Burnot (ou système quartzo-schisteux inférieur). Une pareille opinion ne pourra prévaloir

---

(1) Art. SYSTÈMES DE MONTAGNES du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, t. XII, p. 167 et suivantes.

(2) *Ibid.*, t. XII, p. 215.

(3) *Ibid.*, t. XII, p. 227 et autres.

(4) Suivant une lettre du 26 mars 1850.

qu'autant qu'elle sera étayée de bonnes preuves, de fossiles nombreux, bien déterminables, et surtout de gisements bien authentiques. Nous ignorons si l'on trouvera tout cela; nous savons seulement qu'il faudra se garder de prendre pour du terrain ardoisier les phyllades subordonnés au vieux grès rouge. C'est une erreur que l'on commet souvent; car le véritable système silurien, et surtout la partie ancienne, ne se distinguent guère des terrains supérieurs que par des caractères négatifs, par la rareté des poudingues, du fer hydraté, de la calamine, de la dolomie et des calcaires. Le point capital aujourd'hui serait de retrouver sur le continent le *tilestone* ou son équivalent.

La question n'est donc pas encore définitivement résolue; nous en appelons au jugement de tous ceux qui voudront aller visiter une contrée aussi intéressante, et notre note, nous l'espérons, leur en inspirera le désir.

La limite supérieure du terrain dévonien est peut-être encore plus indécise que sa limite inférieure; c'est ce qui nous reste à examiner.

Si l'on étudie les roches postérieures au *tilestone* et au soulèvement du Westmoreland et du Hundsrück, on remarque que les éléments grossiers de l'étage inférieur (vieux grès rouge de Burnot) deviennent de plus en plus fins et réguliers jusqu'au *millstone* exclusivement. On en doit conclure que cette période, inaugurée par un violent cataclysme, est devenue de plus en plus calme, et n'a formé, en Europe du moins, qu'une seule série de dépôts, dont les éléments schisteux ou calcaires, stratifiés régulièrement et liés entre eux par des passages insensibles, ne peuvent réellement pas être désunis. La prédominance, sur certains points, du carbonate de chaux, à l'époque où se déposait la grauwacke, a donné naissance au calcaire de l'Eifel, et beaucoup plus tard au calcaire de Tournay ou *mountain-limestone*. Toutes ces roches, quel que soit leur âge, ont été déposées dans les mêmes conditions, et rien ne paraît justifier suffisamment l'importance que l'on attache à leur composition ou à leurs alternances, ni surtout la démarcation si tranchée que l'on maintient aujourd'hui entre le terrain dévonien et le *mountain-limestone*.

Si maintenant nous examinons les soulèvements dans leurs rapports avec la classification des terrains, rien de plus naturel que les coupures qu'ils établissent (*voy.* le tableau ci-joint).

Le terrain *silurien* est séparé du terrain *cambrien* par le système du *Longmynd*, et le terrain *dévonien* du terrain *silurien* par celui du *Westmoreland-Hundsrück*; mais, à partir de ce dernier soulève-

LE

N

1

, Do

tc.

-Co

nes

ur-N

lichel

T.

er. D

eux g

ment, aucune discordance n'existant plus jusqu'au système des *ballons d'Alsace*, c'est-à-dire jusqu'au terrain houiller exclusivement, nous sommes fondé à réunir dans la période dévonienne le vieux grès rouge proprement dit, le calcaire de l'Eifel, le psammite du Condros et le *mountain-limestone*.

Les paléontologistes consentiront difficilement à cette annexion d'une partie de la faune carbonifère à la faune dévonienne; et cependant les fossiles du *monutain-limestone* diffèrent presque autant de ceux de la grauwacke supérieure ou psammite du Condros, que de ceux du terrain houiller auquel on les a réunis pour constituer la période carbonifère.

Il y a plus de dix ans que M. Dumont a pressenti cette adjonction, lorsqu'il a rangé sous une dénomination identique (système calcareux inférieur et supérieur) les calcaires dévonien et carbonifère de Belgique, malgré la différence si grande de leur âge.

Au reste, pourquoi chercherions-nous à faire concorder les soulèvements avec la disparition des faunes? Ne sont-ce pas deux ordres de phénomènes, je ne dirai pas indépendants, mais distincts et fort différents, sur lesquels le géologue doit s'appuyer également.

Les divers systèmes de montagnes résultent du *refoulement extérieur* de portions de la croûte terrestre ne pouvant plus s'appliquer en entier sur un globe liquide diminuant successivement de volume en se refroidissant. Mais ces *soulèvements partiels*, dus à la contraction générale, étaient sans doute brusques, locaux et de peu de durée, tandis que la transformation des flores et des faunes a été générale, insensible et lente comme le cours des siècles. Certains fossiles et certaines variétés de roches peuvent servir parfaitement à caractériser une contrée, et même chaque étage de cette contrée, par leur abondance ou leur mode de distribution, mais ils ne se représentent pas partout, dans les terrains du même âge, avec les caractères si désirables de constance et d'universalité.

Il en résulte que, dans l'état actuel de la science, le synchronisme des terrains ne peut pas être établi exclusivement par l'apparition de telle ou telle roche, ni de tels ou tels fossiles particuliers, mais bien par *l'ensemble de tous les faits observés et par la physionomie générale des roches, des flores et surtout des faunes.*

A ce sujet, M. Élie de Beaumont dit qu'il n'a pas omis de remarquer (1) que l'époque du soulèvement du Westmoreland

(1) *Note sur les systèmes de montagnes les plus anciens de l'Europe* (*Bull.*, 2e série, t. IV, p. 864).

et du Hunsdrück se trouve comprise dans la période à laquelle on a donné le nom de dévonienne. Ce système est immédiatement antérieur au poudingue de Burnot, et postérieur aux couches de Bouillon, Schubelhammer, Framont, couches qui ont été classées dans le terrain dévonien, mais qui, suivant M. Élie de Beaumont, doivent correspondre à la partie du vieux grès rouge, nommée *tile-stone*.

M. Élie de Beaumont ne propose pas de changer le nom de *dévonien*, pas plus qu'il ne s'oppose aux nouvelles acceptions données au mot *éocène*, terrain qu'on cherche à mettre, pour ainsi dire, à cheval sur la chaîne des Pyrénées. Les paléontologistes prennent quelquefois à tâche d'introduire dans la série des terrains des divisions qui ne coïncident pas avec les limites stratigraphiques, et, par conséquent, avec les limites des formations telles qu'on les conçoit au point de vue de Werner. Reste à savoir si c'est vraiment à l'avantage de la science.

M. Delanoüe demande à M. de Koninck, s'il y a en Belgique des localités où l'on trouve des fossiles au-dessous du poudingue de Burnot.

M. de Koninck, qui proteste, d'ailleurs, contre les reproches qu'on vient d'adresser à la paléontologie, répond qu'il y a une foule de localités telles que le calcaire de Bouillon, Framont, Korphalie, Coblentz, etc., et qu'il n'y a pas de confusion possible.

M. Marie Rouault, par suite de la discussion qui s'est engagée dans la dernière séance, à l'occasion de sa communication en réponse à la note de M. Durocher, lit la notice suivante, en soumettant à l'examen de la Société la plupart des matériaux qui lui ont servi dans cette étude.

Notice sur les causes auxquelles on peut attribuer les divers états sous lesquels se présentent les fossiles du schiste ardoisier de Bretagne, par M. Marie Rouault, pensionnaire de la ville de Rennes.

La lecture de notre réplique à la note de notre collègue, M. J. Durocher, sur l'organisation des Trilobites, réplique dans laquelle nous avons persisté à maintenir nos premières idées, a donné lieu

à l'émission d'opinions diverses qui nous ramènent nécessairement sur cette matière.

Nous ne nous arrêterons pas ici à faire l'analyse de ces opinions, qui ne nous paraissent en aucune manière s'accorder avec les faits que nous avons observés; mais, puisque, dans l'appréciation très légère qu'on a faite de nos idées sur le test des Trilobites de Bretagne, on a passé sous silence les caractères physiologiques d'où nous avons déduit nos conclusions, il y a nécessité que nous traitions de nouveau ce sujet.

En conséquence, pour qu'il devienne possible de constater l'authenticité de ce que nous allons avancer, nous appellerons l'attention de la Société sur la nature des faits eux-mêmes et sur un tableau qui les résume.

Ce tableau résultant de toutes nos observations, nous avons cru devoir l'accompagner du chiffre, par espèces et par localités, des échantillons qui nous ont servi à l'établir, et, pour qu'il soit possible de vérifier nos citations, nous indiquerons en même temps à quelles collections de Paris (les seules dont nous nous soyons servi) ces fossiles appartiennent.

Règle générale. — Tous les fossiles qui se rencontrent dans le schiste ardoisier de l'ouest de la France peuvent se diviser en deux groupes bien distincts : le premier comprenant toutes les espèces (n'importe à quelle classe elles appartiennent) qui ne peuvent se dégager de la roche qui les recouvre; le second, celles qui s'en dégagent facilement (voir pour les exceptions la première note additionnelle ci-après, page 381).

Le premier est formé par les Crinoïdes, les Mollusques, les Calymènes, Phacops, etc. Le test, chez ces animaux, se compose de calcaire, mais le plus souvent cette substance ne s'y retrouve plus et est aujourd'hui remplacée par de la pyrite, lorsque cette dernière n'a pas dû disparaître à son tour par les causes dont nous donnons l'explication dans la note additionnelle précitée.

Le second comprend les Lichas, les Ogygies, les *Illænus*, etc., dont le test, qui n'est jamais formé de calcaire, est susceptible de se trouver remplacé par de la baryte sulfatée et ne présente que très accidentellement du sulfure de fer.

Ce principe étant posé, nous allons étudier, par localité, dans quelles conditions se trouve chacune des espèces qui s'y rencontrent.

Fossiles provenant des carrières d'Angers. — Un des caractères particuliers du schiste de cette localité est d'être très riche en sulfure de fer, à tel point qu'indépendamment des conditions normales où l'on doit retrouver cette substance, eu égard aux circon-

stances de fossilisation des animaux contenus dans cette roche, dans la roche elle-même la pyrite forme des masses de cristaux qui quelquefois sont très volumineux, et elle s'y rencontre jusque dans les moindres fissures.

Par suite de l'abondance de cette matière dans tous les fossiles que l'on trouve sur ce point, même ceux qui n'étaient pas aptes à pouvoir en déterminer la formation dans les plus petits vides résultant de la destruction de leur propre substance, on est toujours sûr de trouver là ce minéral; mais une observation qu'on ne doit pas négliger de faire en même temps, c'est que cette substance varie en quantité dans ces fossiles, et se présente sur des points différents dans les individus d'une même espèce, suivant les déformations que chacun d'eux a pu subir.

Le nombre des échantillons de cette localité que nous avons observés est de 60 : 35 appartiennent à la collection de géologie du Jardin des plantes; 7 à celle de l'École des mines; 5 à celle de la Faculté des sciences; 9 à celle de M. de Verneuil, et 4 à la nôtre.

Sur les 35 qui existent au Jardin des plantes, 5 se rapportent au genre Calymène; tous ont été fortement comprimés par une force qui s'est exercée sur eux d'une manière plus ou moins perpendiculaire; tous sont néanmoins complétement changés en sulfure de fer. 2 appartiennent au genre *Ogygia;* tous deux sont comprimés perpendiculairement; une seule (*O. Brongniarti*), que nous avons figurée dans le *Bulletin de la Société géologique*, t. VI, pl. I, p. 88, présente quelques traces de pyrite, et sur son bouclier sont indiquées les traces de cette substance. Les 28 autres fossiles sont du genre *Illænus*. Tous ont été diversement, mais très fortement comprimés; 8 seulement présentent ce minéral qui varie de place et de quantité; cette quantité d'ailleurs est toujours très faible.

Sur les 7 échantillons de l'École des mines, 2 appartiennent au genre Calymène, et sont comprimés de la même manière que ceux ci-dessus et également changés en pyrite; 2 appartiennent au genre *Ogygia:* l'un d'eux, comprimé latéralement, présente une certaine quantité de pyrite; le second, qui est aplati, n'en offre aucune trace; les trois autres fossiles sont des *Illænus;* un seul se trouve en partie recouvert de ce minéral.

Les 5 échantillons de la Faculté des sciences représentent 2 Calymènes comprimées et complétement changées en sulfure de fer, ainsi que 3 *Illænus*, aussi comprimés, et dont un seulement présente quelques traces de pyrite.

Dans les 9 échantillons de M. de Verneuil se trouvent : 1° deux

Calymènes très comprimées, l'une surtout; toutes deux sont dans le même état que les précédentes; 2° deux Ogygies, dont une, comprimée latéralement, est, sans être complétement couverte de pyrite, plus riche de cette substance que l'autre, dont la compression se rapproche davantage de la perpendiculaire; et 3° cinq *Illænus* dont deux en présentent quelques traces.

Nos 4 échantillons représentent deux Calymènes comprimées dans le même état que les précédentes, et deux *Illænus* sur lesquelles rien ne s'observe.

Résumé. — Sur ces 60 exemplaires, 13 appartiennent aux Calymènes; tous ont été comprimés et ont eu complétement leur test remplacé par de la pyrite; 6 se rapportent aux Ogygies; 4 nous offrent cette substance en quantité variable, et 3 seulement la présentent avec abondance.

Ici nous devons faire remarquer que ces trois individus qui se montrent couverts, mais d'une manière imparfaite, de ce minéral, ont été comprimés latéralement, et appartiennent à l'espèce *Guettardi*, espèce dont le test est beaucoup plus épais que chez tous ses congénères, et dont les déformations, plus marquées que sur celles-ci, ne sont pas néanmoins comparables à celles qu'ont éprouvées les *Illænus*.

De ce fait résulte la conclusion suivante : que cette espèce, par sa plus grande consistance, a dû se décomposer plus lentement, et par suite laisser certainement plus de vides que dans les *Illænus*. Ceux-ci, bien qu'ayant l'enveloppe la plus épaisse aux parties extrêmes, à cause de sa grande flexibilité, on pourrait dire sa malléabilité (pour ceux de Bretagne au moins), ont toujours été complétement aplatis et conséquemment ont dû se décomposer presque immédiatement; il devient dès lors douteux que les vides qu'ils ont pu laisser aient été d'une grande capacité, et par suite une quantité moindre de pyrite a pu s'y déposer; fait qui se trouve justifié par la nature, puisque sur les 42 exemplaires des animaux de ce genre, moins d'un quart nous offre ce minéral, et encore nous l'offre-t-il en quantité toujours très faible.

La Couyère. — Les fossiles de cette localité nous présentent des caractères de la plus grande signification; là, comme partout, et mieux qu'ailleurs, chacun de ces caractères est nettement tranché, de sorte que rien ne les voile et ne peut prêter à l'équivoque.

Sur plus de 4000 échantillons que nous y avons recueillis, les 9/10es au moins appartiennent au groupe des fossiles qu'il est impossible de dégager de la roche (Encrines, Mollusques, Calymènes,

Phacops, etc.); tous sont uniquement formés de carbonate de chaux; une douzaine au plus nous offrent de la pyrite, et encore n'est-ce que d'une manière fort incomplète, ce qui pour nous a une grande importance.

En effet, tous ceux dans lesquels on remarque cette substance ne nous en présentent que sur une partie quelconque de l'animal et à la place du calcaire qui se retrouve sur tous les autres points, là où la pyrite n'a pu arriver.

Ce fait ne semble-t-il pas nous autoriser à croire que si l'on rencontre ici le calcaire, cela ne peut être attribué qu'à ce que les éléments nécessaires pour la formation du sulfure de fer ne se sont pas trouvés en quantité suffisante pour le déplacer entièrement, puisque sur le point où la pyrite a pu se former le calcaire a dû disparaître.

Cette heureuse circonstance de la présence d'un peu de pyrite à la place du calcaire, sur un point quelconque d'animaux qui en sont uniquement formés, nous paraît suffisante pour qu'il ne soit plus possible de supposer, avec quelques personnes, que ce qui s'est passé ici ne soit qu'un remplissage analogue à celui que nous avons cité à Angers pour l'*O. Guettardi*.

Un autre fait qui vient à l'appui de notre opinion, que ce n'est qu'à la sollicitation du sulfure de fer qu'est due l'élimination du calcaire, c'est l'existence constante de ce dernier à sa place primitive dans les parties même les plus ténues. En effet, les extrémités des segments du thorax chez les Calymènes sont bien certainement de leur enveloppe les parties les plus minces; car, lorsque l'animal s'enroulait en les appliquant les unes sur les autres, elles ne l'empêchaient pas d'exécuter ce mouvement (voir la figure 2 A, pl. I, donnée par Al. Brong. et toutes celles qui représentent ces animaux à cet état). Or, lorsque l'animal se contractait ainsi, ce n'était évidemment que dans le but d'offrir plus de résistance aux causes quelconques de destruction extérieure, et tout ce qu'il offrait de ce côté devait en être susceptible. C'est en effet ce que nous reconnaissons.

Nous voyons que les segments du thorax bien constitués à l'endroit de la partie dorsale s'amincissent à leurs extrémités, de manière à ne plus constituer là qu'une espèce de membrane qui fut très flexible. Nous remarquons en même temps que le bord postérieur qui se trouve en dehors, lorsque l'animal est enroulé, ne participe pas à cet amincissement d'une manière aussi complète, car il forme de ce côté une espèce de bourrelet qui s'amoin-

drit de plus en plus en circonscrivant l'extrémité de ces segments, et devient nul en gagnant le bord antérieur, qui est placé au centre quand l'animal est contracté.

Dans ce bord, qui, par le relief qu'il présente, peut être comparé à une forte aiguille dont l'extrémité, très effilée, serait recourbée en forme de crochet, bord qui s'est rompu seul lorsque les parties extrêmes des segments ont été fortement repliées, et bien qu'il devienne d'une grande ténuité, nous avons toujours rencontré dans toute sa longueur une quantité de calcaire telle, que cette substance le constitue à elle seule.

Le deuxième groupe de ces fossiles, celui formé par tous ceux qui peuvent se dégager de la roche qui les recouvre, se présente de la manière la plus heureuse.

Ainsi; tandis que dans tous ceux du premier, pas un n'a cédé lorsque nous avons voulu les découvrir, dans ceux-ci, au contraire, il n'en est pas qui au moindre effort ne nous ait donné le résulat le plus satisfaisant. Voir, du reste, ceux que nous avons déjà figurés (*Bulletin de la Société géologique*, t. IV, pl. III, fig. 2, p. 328, représentant *Ill.* (Nileus) *Beaumonti* et *O. Edwardsi*, t. VI, pl. II, fig. 1, et par contre la fig. 3 de la même planche représentant *Cal.* Arago, le seul exemplaire que nous ayons pu découvrir aussi complétement).

Ces fossiles, ceux du deuxième groupe, nous offrent en outre, et toujours, un éclat lustré très remarquable, que recouvre le plus souvent une couche de sulfate de baryte.

Ces deux derniers caractères, particuliers à tous les fossiles de ce groupe, ne s'observent jamais ailleurs qu'aux parties extrêmes des segments du thorax des Calymènes, etc., partie qui, moins le bord que nous venons de décrire, fut complétement membraneuse, ou bien encore là où la matière organique liquide s'est épanchée.

Vitré. — Le nombre des espèces de fossiles que nous avons découverts dans cette localité est comparativement très grand; seulement, par suite des causes que nous signalons dans la première note additionnelle ci-après, peu d'entre eux se présentent dans un bon état de conservation.

Cet accident, loin d'être défavorable à nos premières idées, vient au contraire les appuyer en nous fournissant des arguments nouveaux, qui nous paraissent avoir une grande portée.

Ces fossiles appartiennent, la plupart, à la classe des Mollusques, et ont eu par conséquent un test de nature calcaire qui a été remplacé par de la pyrite, laquelle, plus récemment, dans le plus

grand nombre des cas, a été détruite par les eaux, ainsi que la cause en est indiquée dans la note citée plus haut.

Ce qui constitue l'importance que nous trouvons dans le mauvais état de conservation de ces fossiles, c'est que, si le sulfure de fer n'eût pas été détruit, nous eussions été dans l'impossibilité d'en pouvoir faire l'étude spécifique, et de constater d'une manière aussi précise qu'il nous a été possible de le faire, que la coquille en entier avait été remplacée par de la pyrite, attendu que tous les fossiles des schistes de Bretagne qui ont eu un test calcaire, soit qu'on y retrouve cette substance, soit qu'elle ait été remplacée par du sulfure de fer, ne peuvent se dégager de la roche qui les enveloppe.

Parmi ces Mollusques, nous signalerons des Bellérophes, des Turbo, des Arches, des Nucules, des Orthis, etc., de même aussi que des Encrines et des Polypiers.

Nous appellerons l'attention de la Société sur tous ces moulages qui, dans le plus grand nombre de cas, sont seuls restés, afin qu'on reconnaisse jusqu'à quel point tous les caractères de la coquille, même les plus ténus, sont conservés.

Cette conservation de tous les caractères de la coquille est tellement parfaite, que, sur les moulages d'une Nucule qui ne présente que 4 millimètres de longueur, nous avons constaté avec la loupe, sur celui externe, les empreintes de trente lignes d'accroissement, et sur l'interne celles des impressions musculaires et des dents de la charnière, qui sont au nombre de seize.

Il est inutile de dire que nous possédons un certain nombre de ces mêmes espèces avec le test en sulfure de fer, et de les énumérer ici; seulement, parmi ces dernières, nous signalerons, sans en vouloir tirer d'autre conséquence que celle de le reproduire comme un fait, le fait suivant.

Sur un Bellérophe (*Bellerophon bilobatus*, Murch.), coquille dont le plus grand diamètre est de 35 millimètres, et pour le test (en pyrite) de laquelle il ne nous a été possible, lorsque nous l'avons dégagée de la roche en 1845, de n'en conserver qu'une partie, néanmoins, sur ce qui en reste, il est facile de reconnaître que cette substance (la pyrite) affecte ici une disposition par couches concentriques, comparable en tous points à celle qui nous est offerte par les couches de calcaire qui forment la nacre dans les coquilles vivantes.

Nous arrivons maintenant aux crustacés de cette localité. Parmi les nombreux exemplaires de Trilobites que nous avons observés, plus de 100 échantillons se rapportent aux Calymènes, qui pres-

que toutes se partagent entre la collection de M. de Verneuil et la nôtre; quelques unes se trouvent aussi dans celles du Jardin des plantes.

Sur ce nombre 3 seulement ont conservé leur enveloppe, laquelle est en pyrite. Aucun de ces 3 exemplaires qui nous appartiennent n'a pu se découvrir. Les autres, au contraire, qui ne sont que des empreintes internes, par suite de la destruction du test, ont pu facilement s'obtenir; mais tous aussi nous présentent une surface rugueuse résultant de l'irrégularité du côté interne du tégument.

Cette rugosité a souvent été prise pour la granulation qui caractérise ces animaux lorsqu'ils sont dans un bon état de conservation; mais un peu d'habitude ne permet plus de s'y méprendre.

Parmi ceux qui se dégagent facilement et dans la composition du test desquels, par conséquent, il n'entrait pas de calcaire (*Lichas*, *Ogygies*, *Illænus*, etc.), une vingtaine d'échantillons qui se trouvent dans les collections que nous avons citées ont tous une surface intacte et se sont parfaitement séparés de leurs empreintes, lesquelles, comme eux, ne présentent que très accidentellement, de même que cela s'observe dans la roche, de rares petits cristaux de pyrite, et l'animal avec sa contre-partie nous offre l'adhérence la plus complète.

Les meilleurs exemples que nous puissions citer sous ce rapport sont: l'*Illænus Desmaresti* que nous avons figuré dans le *Bulletin de la Société géolog.*, 2e série, t. VI, pl. II, fig. 2, p. 88, et *Lichas Heberti*, figuré dans le même volume, p. 377.

Le premier, l'*Ill. Desmaresti*, que nous avons recueilli sur le bord d'une faille et dont une partie de la tête est dans la paroi opposée à celle où nous l'avons trouvé, nous démontre facilement que ces deux parois sont encroûtées d'oxyde de fer, tandis que la surface de cet animal, qui est intacte ainsi que celle de son empreinte, lesquelles adhèrent parfaitement ensemble, n'en présente aucune trace.

Par cela même que cet animal est figuré, nous sommes autorisé à faire l'observation suivante, que sur lui on remarque, que lors de son enfouissement il fut comprimé latéralement, mais d'une manière assez légère, et que cette compression, quelque faible qu'elle ait été, a suffi néanmoins pour déterminer sur lui, à la partie céphalique et sur les segments du thorax, un système de plissement longitudinal que des corps d'une excessive mollesse pourraient seuls recevoir.

Le deuxième exemple que nous signalons, et qui nous est fourni

par le *Lichas Heberti*, mérite également de fixer l'attention à cause des caractères qu'il nous présente et qu'il est facile de constater sur la figure que nous en avons donnée. Sur cet animal, par la conservation de la granulation qui le recouvre (caractère commun aux animaux de ce genre), par l'altération de sa forme primitive et la facilité avec laquelle il s'est séparé de son empreinte, nous constatons qu'au point de vue de nos études, il avait joui des mêmes aptitudes que les Ogygies et les *Illænus* par la nature non calcaire de son enveloppe, qui aujourd'hui ne présente aucune trace de pyrite, et dont la consistance paraît avoir été intermédiaire entre celle des deux genres que nous venons de citer.

Poligné. — Les fossiles de cette localité sont maintenant parfaitement connus, et tout ce que nous en avons dit ne peut être contesté; seulement, nous répéterons que c'est à une circonstance particulière, celle de l'existence d'une couche de sulfate de chaux interposée entre ces fossiles et la roche qui les recouvre, qu'on doit de pouvoir les en séparer.

Cette circonstance s'est bien certainement trouvée là où nous pouvions le mieux désirer qu'elle se rencontrât, et elle est heureuse à cause des observations qu'elle nous a permis de faire, et qui, dans d'autres conditions, seraient demeurées stériles.

C'est ainsi, par exemple, que nous avons pu étudier la structure, à la fois si délicate et si curieuse, du tégument des *Trinucleus*, étude qui s'est trouvée si promptement confirmée par celle que l'année suivante M. Salter, en Angleterre, a faite sur le même sujet et avant même d'avoir connu le résultat de nos observations.

Ici nous avons constaté que le test de la partie céphalique chez ces animaux était complétement, constamment et uniquement formé de sulfure de fer; et que les tubes mêmes constituant ce système de perforation si singulier qui traverse le limbe renflé qui entoure la tête de ces fossiles, tubes formés par des prolongements circulaires de l'enveloppe tégumentaire, n'étaient uniquement composés que de pyrite, tandis que la capacité de cet organe n'était rempli que d'une matière terreuse.

Enfin, il est un dernier fait sur lequel je dois aussi revenir : c'est celui qui nous est fourni par les coquilles qui se rencontrent sur ce point.

En effet, presque toutes celles dont le test avait une grande épaisseur (Orthocères, *Acroculia*, Arches, Nucules, etc.) paraissent avoir perdu leurs parties externes avant que l'épigénie se soit effectuée, et la partie nacrée seule aurait subi les conséquences de ce remplacement par la pyrite.

Ces coquilles, en cet endroit, diffèrent en ce sens des mêmes espèces qui, prises à Vitré, se montrent toujours complétement transformées en ladite substance, fait qui ne se remarque ici que sur celles très minces.

Résumé. — Tels sont les caractères que les fossiles qui se trouvent dans le schiste ardoisier de la Bretagne nous présentent avec une constance digne de remarque. Si nos observations ne peuvent s'appuyer sur les résultats obtenus dans les laboratoires, elles s'appuient du moins sur des faits qui sont dans la nature, laquelle aussi a des moyens à elle. Ces faits qu'il conviendrait mieux de constater que de combattre, par cela même qu'ils ne s'accordent pas avec les idées reçues, ne méritent que davantage de fixer l'attention de ceux qui s'en étonnent.

Nous tenons donc pour bien dit, que dans ces fossiles, lors de leur enfouissement dans les conditions où ils se sont trouvés, la matière organique était insuffisante sur ce point pour déterminer la formation de la pyrite, et que le concours du carbonate de chaux était plus que nécessaire, puisque là où la substance animale se trouvait seule, l'épigénie n'a pu avoir lieu, si ce n'est dans les cas de remplissage; mais alors la cause de la formation de ce minéral venait d'ailleurs, attendu qu'il se trouve en même temps là où rien n'accuse la préexistence d'êtres organisés.

Il est inutile de dire aussi que c'est une tout autre chose qui s'est passée à l'endroit où se trouvait du calcaire : sa présence constante là où la pyrite n'a pu se former, son absence complète quand ce minéral s'est trouvé en quantité suffisante pour en prendre la place, et le terme moyen que nous avons reproduit, où l'un et l'autre se remarquent à la fois sur le même individu, indiquent assez que cette imparfaite transformation ne peut être attribuée qu'à la rareté du principe qui se substituait, puisque ailleurs où il a pu se former en abondance, cette substitution est complète, et que pas un fait ne l'infirme, puisque enfin on ne retrouve jamais le calcaire à sa place, là où la pyrite abonde et qu'il se retrouve toujours là où elle n'existe pas.

Quant à l'opinion émise qui ferait remonter la présence ici du sulfure de fer à une époque plus récente, et qui serait postérieure à la disparition totale du test de ces fossiles, par l'existence de ce dernier, par celle de nombreux cristaux et de masses très volumineuses de pyrite dans la roche, aucun doute ne doit rester sur la contemporanéité entre la formation de ce minéral et celle de la roche elle-même.

La cause à laquelle nous devons, dans les autres fossiles, du sul-

fate de baryte, a pour nous une même date; mais son action s'est opérée dans un sens doublement inverse à celle qui a produit la pyrite, puisque cette substance ne se remarque que sur les lieux où cette dernière n'a pu se former, et seulement à l'endroit où la matière était complétement organique et jamais à la place du calcaire.

Ce dernier fait, à savoir l'existence de la barytine seulement à l'endroit où la matière purement organique existait même à l'état liquide, et jamais à la place du calcaire, s'accorde peu avec celui observé près d'Alençon, où cette substance constitue à elle seule des Polypiers et des Coquilles.

Ce n'est point à nous, qui ne nous occupons que de ce qui se présente sous ce rapport en Bretagne, à expliquer ces inversions que nous offre la nature, c'est aux personnes qui plus tard auront à traiter cette matière d'une manière plus générale.

Elles n'oublieront certainement pas que des faits observés ailleurs ont quelque analogie avec celui que nous avons reproduit relativement à la pyrite.

Ceux que nous connaissons sont loin de nous paraître aussi concluants que ce dernier; mais leur constance nous paraît devoir être prise en considération.

Le fait que nous avons indiqué à propos des coquilles trouvées à Poligné, et qui tend à démontrer que le test de ces Mollusques sur ce point a été détruit en partie avant que l'épigénie ait eu lieu, ne pourrait-il pas s'être effectué ailleurs?

A cette occasion, nous croyons devoir faire la remarque suivante : que, dans tous les terrains de nature argileuse, tous les débris d'animaux ayant contenu du calcaire, lorsque ce dernier a cessé de les constituer, sont plus susceptibles de nous offrir du sulfure de fer que tout autre principe, et qu'on est encore à citer un premier exemple montrant un corps de nature complétement organique changé en cette substance.

Nota. — Comme dans le cours de cette notice, il ne nous a pas été possible de répondre à toutes les objections qui nous ont été faites à l'occasion de notre dernière communication, nous allons essayer de le faire ici pour celles qui nous paraissent surtout exiger une réponse.

La première est celle où, pour atténuer l'importance que nous attachons à la présence du calcaire dans le test de certains de ces animaux, on a soutenu que le schiste ardoisier qui les contient est tellement riche en carbonate de chaux, qu'on devrait plutôt l'appeler calcaire schisteux que schiste argileux.

A cela nous nous contenterons pour toute réponse de reproduire ici l'analyse que d'Aubuisson en a donnée, et dans laquelle ce savant n'a pas indiqué un atome de ce calcaire :

Silice.	48,6
Alumine..	23,5
Oxyde de fer	11,3
Magnésie	01,6
Potasse	04,7
Eau	07,6
Perte.	02,7

A la seconde objection qui nous a été faite, celle tendant à confondre les déformations, que nous signalions comme ayant été subies par les Trilobites à l'époque de leur enfouissement, avec celles qu'en d'autres circonstances ont éprouvées des dépouilles de Mollusques, nous répondrons dans la deuxième note additionnelle ci-après, comme traitant spécialement cette matière.

Enfin, dans l'espoir de voir prendre en considération tous les faits que nous venons de reproduire, à notre tour, en terminant le tableau ci-joint, qui les résume, relativement à ce qui a dû se passer chez ces fossiles, nous poserons aussi une question à qui voudra bien la résoudre.

Première note additionnelle tendant à faire connaître les cas exceptionnels à la règle qui divise tous les fossiles du schiste ardoisier de Bretagne en deux groupes différents : 1° ceux qui ne peuvent se séparer de la roche qui les recouvre ; 2° ceux qui s'en séparent facilement.

Cette règle, comme tous les principes généraux, n'est pas sans exception. Pour son intelligence nous croyons devoir signaler ici les faits qui, au premier abord, sembleraient l'infirmer.

Les Calymènes et les Phacops que l'on rencontre à la surface du sol dans les environs de la Hunaudière, de Dain, du Cotentin, etc., ont un test non pyriteux parfaitement dégagé, et qui souvent même paraît intact.

Ce phénomène n'est dû qu'à ce que ces fossiles, dont l'enveloppe n'avait point différé de celle de tous ceux de la plupart des autres points de la même formation, se trouvant à l'endroit où la roche qui les encaisse est en voie de se décomposer, là, par l'action des agents extérieurs, la pyrite qui les a constitués a dû nécessairement en faire autant.

Cette destruction du test pyriteux de ces fossiles n'a dû s'effectuer que très lentement et en raison des difficultés que le principe aqueux, qui en a été la cause principale, a eu à vaincre pour y pénétrer.

Par cette même raison, l'oxyde de fer résultant de cette décomposition de la pyrite n'a pu être entraîné ailleurs. De ce fait aussi il est arrivé que cet oxyde, en s'unissant à la matière argileuse que primitivement il recouvrait et avec laquelle il avait été intimement lié, a reconstitué cette enveloppe de l'animal en une matière ocreuse qui s'est durcie avec le temps, et que la roche, en continuant de se désagréger, a fini par mettre à découvert (1).

Un fait analogue à celui-ci s'observe également sur les fossiles

---

(1) Ces échantillons sont les seuls à pouvoir donner une idée exacte de ces animaux, à tel point que Al. Brongniart n'a pu en figurer d'autres (voir *Histoire des crust. fossil.*, pl. I, fig. 2 A, 2 B, 2 C, 2 D, 2 E, 2 F, 2 G, 2 H, 2 I, 2 K, pour *Calymene Tristani*, et fig. 4 A, 4 B, pour *Phacops Dawningiæ* (non *Calymene macrophthalma*, qui est aussi un *Phacops*, mais d'un tout autre terrain [dévonien]), tandis que c'est à peine si ce savant observateur a pu reconnaître les mêmes espèces parmi ceux qui proviennent des carrières d'Angers, lorsqu'il dit, page 13 : « Enfin je soupçonne aussi que les empreintes de Trilobites qu'on voit sur les ardoises d'Angers n'appartiennent pas toutes au genre Ogygie, mais que plusieurs d'entre elles sont dues à des Calymènes de Tristan. »

Il avait parfaitement raison, et il ne fallait rien moins qu'une perspicacité aussi grande que la sienne pour reconnaître dès cette époque des rapports d'identité aussi justes entre des individus qui se présentent sous des aspects et à des états si différents; seulement je ne crois pas qu'il se soit bien rendu compte (et cela n'a rien de surprenant, puisque son opinion est encore celle d'aujourd'hui) de la cause de cette différence, lorsqu'il continue en disant : « que les espèces d'Angers sont » défigurées par la compression qu'elles ont dû éprouver entre les » feuillets de ces roches fissiles. »

C'est à deux causes différentes que l'état sous lequel ces fossiles se présentent est dû : l'une qui les défigure, et l'autre qui les a déformées.

La première, celle qui les défigure, est due à ce que le test des Calymènes, complétement et constamment remplacé par la pyrite, lorsqu'on vient à ouvrir un bloc qui contient de ces animaux, le minéral qui les constitue se brise, partie restant sur le moulage interne et partie sur l'empreinte; d'où il résulte qu'on n'obtient, comme il le dit fort bien, que des animaux défigurés. (Voir à ce sujet, comme reproduisant de ces animaux, les fig. 1 et 3 de la pl. VII, ainsi que les fig. 2, 4, 5, pl. VIII, du mémoire de Guettard, *Mémoire de l'Académie*, année 1757.)

La deuxième cause d'altération de ces fossiles, celle qui les a défor-

que l'on retrouve dans les débris des carrières, lorsque ces derniers ont été longtemps exposés à l'action des agents atmosphériques; les fossiles qu'on y rencontre diffèrent étonnamment de ceux pris dans la même roche et nouvellement extraits de la carrière.

A Vitré, deux phénomènes du même genre, mais notablement différents de celui que nous venons de citer, ont eu lieu dans un grand nombre de cas.

Le premier s'applique particulièrement aux Trilobites qui le plus ordinairement sont isolés dans la roche, tandis que le second ne s'observe bien que sur les débris de Mollusques (parmi lesquels se trouvent aussi quelques Crustacés), qui généralement forment des agglomérations d'individus très nombreux, s'emboîtant les uns les autres, et constituant ainsi dans la roche des espèces de couches très distinctes.

Or il est bon de savoir que sur ce point la roche a éprouvé de vives commotions qui y ont produit de nombreuses fissures.

A l'aide de ces accidents de terrains, l'eau qui coule à la surface du sol a pu pénétrer la roche, soit en y déterminant des courants souterrains, soit en y constituant de simples amas de ce liquide, lesquels se sont trouvés constamment entretenus par les infiltrations continuelles venant de la surface.

De ce fait il est résulté que les coquilles et les Trilobites disséminés dans les roches, et qui se sont trouvés dans le voisinage de ces failles, ont dû subir le contact de l'eau qui les parcourt, ou qui, tout simplement, s'y trouve contenue, et cela depuis un laps de temps que nous n'apprécierons pas ici, mais qui a été fort long.

Le résultat de ce contact a dû nécessairement être, que dans tous ceux de ces fossiles chez lesquels le test était formé de sulfure de fer, cette substance a dû disparaître en se sulfatisant pour ne laisser qu'un vide aujourd'hui indice de sa préexistence.

On conçoit très bien qu'ici les produits de cette décomposition ont dû disparaître complétement à cause de l'abondance du liquide qui les tenait en suspension, lequel les a déposés sur les parois mêmes de la faille, lorsque cette dernière ne présentait pas d'issue

---

més, ne résulte pas, comme il a pu le penser, de la compression exercée sur eux par les feuillets de la roche, mais bien plutôt d'une cause toute particulière dont l'effet s'est produit sur ces animaux pendant leur vie, ou tout au moins immédiatement après leur mort.

Voir la deuxième note additionnelle ci-après (p. 384, *in fine*), où cette question est particulièrement traitée.

pour son écoulement, ou, dans le cas contraire, ils ont été entraînés plus loin.

Quant aux fossiles dans la composition du test desquels il n'entrait rien de soluble dans l'eau, ceux-ci sont demeurés intacts, et les exemples que nous avons cités à cet effet dans le cours de la notice sont suffisants pour justifier ce fait.

Le deuxième phénomène qui s'est effectué sur ce point, celui relatif aux agglomérations de coquilles, ne diffère du précédent que par le résultat, qui n'est pas exactement le même.

Les coquilles qui composent ces agglomérations forment des espèces de couches, et ces fossiles, quoique très voisins les uns des autres, pour la plupart ne se touchent pas, séparés qu'ils sont par une petite quantité de la matière argileuse qui sert de gangue à cette espèce de lumachelle.

Par ce fait, l'eau, qui a atteint l'un de ces amas de coquilles, n'a pu se trouver en contact immédiat qu'avec les plus voisines de la paroi, tandis que ce n'est que de proche en proche et seulement par imbibition qu'elle a pu gagner celles qui en étaient de plus en plus écartées.

L'oxyde de fer, résultat de la décomposition de la pyrite, formant le test de ces coquilles, décomposition qui néanmoins a été infaillible, même pour les plus éloignées; l'oxyde de fer, dis-je, en suspension dans l'eau qui l'avait amené à cet état, n'a pu être entraîné ailleurs, par suite de la pression qu'exerçait sur cette dernière celle contenue dans la faille, ni former de nouvelles combinaisons, à cause de la présence continuelle de ce liquide; de sorte que ce minéral a été réduit à se fixer sur les moulages restés de ces Mollusques et à pénétrer la roche qui les environne.

C'est en effet ce que nous retrouvons, car la pâte de ces magmas est presque passée à l'état de limonite.

Enfin, une dernière exception à cette règle nous est offerte par les fossiles qui, comme à Poligné, quoique changés en sulfure de fer, peuvent se dégager de la roche qui les recouvre. La cause de cette exception est due à l'existence d'une couche intermédiaire de sulfate de chaux. Le peu de résistance qu'oppose ce dernier permet de dégager, des fossiles qui en sont recouverts, les parties même les plus ténues.

N. B. Par suite du retard apporté à l'exécution des dessins qui doivent accompagner la *deuxième note additionnelle*, celle-ci ne paraîtra qu'ultérieurement.

Général
mplaçat
Ils se d

que cl
. toutes
ıd déve
ıit, san
pas che
ɜ, malg

ı, mais
e phéno

MOLLI

Abor

Sulfure

Séance du 15 avril 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Dovergne, fils, pharmacien, membre de plusieurs sociétés savantes, à Hesdin (Pas-de-Calais), présenté par MM. de Cazanove et Charles d'Orbigny.

Terquem Olry, ancien pharmacien, membre de l'Académie nationale de Metz, à Metz (Moselle), présenté par MM. Deshayes et Hébert.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, mars 1850.

De la part de MM. A. Bravard et Pomel, *Notice sur les ossements fossiles de la Débruge, près Apt et Gargas;* in-8, 8 p. Apt, 1850, chez J.-S. Jean.

De la part de M. d'Hombres-Firmas, *Études hydro-géologiques sur les puits artésiens, ou plutôt sur les puits naturels et les sources ascendantes du département du Gard* (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1848 et 1849; des *Procès-verbaux de l'Académie du Gard*, 1848, et du *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VI, 1849); et *Relation d'une trombe de terre;* in-8, 48 p. Alais, 1849.

De la part de M. Prosper Sibuet, *Voyage dans la presqu'île scandinave et au cap Nord* (1re part.), *Suède*. In-8, 439 p. Paris, 1848, chez Arthus Bertrand.

De la part de M. Jh. Lavizzari, *Istruzione*, etc. (Instruction populaire sur les principales roches, et aussi sur les pierres et les terres les plus communes du canton du Tessin, et leur usage

dans les arts); in-8, 101 p., 1 pl., 2 tableaux. Lugano, 1849, chez Jh. Bianchi.

De la part de M. de Caumont : 1° *Mon opinion sur plusieurs questions qui doivent être soumises au congrès des délégués des sociétés savantes des départements, convoqués à Paris pour le 10 mars;* in-8, 24 p.

2° *Annuaire de l'institut des provinces et des congrès scientifiques.* 2 broch. in-12, 192 et 48 p. Paris et Caen, 1846 et 1850, chez Derache et Hardel.

3° *Institut des provinces de France. — Exposition régionale de peinture, de sculpture, de produits d'horticulture et d'agriculture, de produits de l'industrie*, etc., *pour le centre de la France.* A Bourges, octobre 1849, in-12, 32 p.

4° *Réunions provinciales. — L'Institut des provinces à Bourges, en octobre* 1849 (extr. de l'*Annuaire de l'Association norm.*), par M. de Kergorlay ; in-8, 19 p. Paris et Caen, 1849, chez Derache et Hardel.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1850, 1er sem., t. XXX, nos 13 et 14.

L'Institut, 1846, table; 1850, nos 848 et 849.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, 1850, t. XXII, no 107.

Mémoires de la Société des sciences, lettres et arts de Nancy, 1848.

The Athenæum, 1850, nos 1171 et 1172.

Philosophical Transactions of the royal Society of London, 1849, part. 2.

The royal Society, etc. (Liste des membres de la Société royale de Londres, au 30 novembre 1849).

Address, etc. (Discours du très honorable comte de Ross, président, prononcé à l'assemblée annuelle de la Société royale de Londres, le vendredi 30 novembre 1849); in-8, 43 p. Londres, 1850, chez Taylor.

Sitzungsberichte, etc. (Comptes rendus des séances de l'Académie impériale des sciences de Vienne. — Classe des mathématiques et sciences naturelles), année 1849, janvier à juin-juillet, 6 cahiers; octobre, 1 cahier.

Rede, etc. (Discours du président de l'Académie impériale des sciences de Vienne, M. Freiherrn de Hammer-Purgstall, à la séance solennelle d'ouverture, le 2 février 1848); in-8, 17 p.

Ueber, etc. (Observations sur une source de déclinaisons magnétiques négligée jusqu'à présent.) (Extr. des Comptes rendus des séances de l'Académie impériale des sciences de Vienne, cahier d'avril 1849), par M. Christian Doppler; in-8, 13 p.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel Annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie, de MM. Léonhard et Bronn), année 1849, 7e cahier; année 1850, 1er cahier.

The Journal, etc. (Journal de l'archipel Indien et de l'Asie orientale), vol. III, nos 9 à 12, septembre à décembre 1849.

M. de Caumont rappelle que M. Hébert a annoncé, en juin 1849, avoir découvert un sable quaternaire dans la lande d'Aubigny, mais que depuis longtemps M. Deslongchamps avait signalé ce dépôt et l'avait reconnu comme d'époque quaternaire. Le travail de M. Deslongchamps ayant été publié, en 1846, par l'Institut des provinces de France, et plus tard dans le Recueil de la Société linnéenne de Normandie, M. de Caumont a été chargé par ces sociétés de réclamer la priorité en faveur d'un de leurs membres.

M. Hébert dit qu'il n'a nullement prétendu faire une découverte en signalant le gisement du bosc d'Aubigny. Depuis longtemps les principales collections de Paris avaient reçu de M. de Gerville quelques fossiles qui en provenaient, et les naturalistes de la Société linnéenne de Normandie n'ignoraient certainement pas son existence; mais, si M. de Caumont a déterminé avant M. Hébert l'âge de ce dépôt, il était de toute impossibilité que M. Hébert en eût connaissance. En effet, le volume des Mémoires de la Société linnéenne, qui contient la note de M. de Caumont, porte la date de 1849, et n'a été déposé sur le bureau de la Société que le 5 novembre, en même temps que la livraison du Bulletin qui contient la note sur le *crag de la Manche*, lue par M. Hébert dans la séance du 18 juin 1849. D'ailleurs les deux notes diffèrent complétement : d'après M. de Caumont, le crag de la Manche aurait des espèces communes avec le calcaire grossier parisien, par exemple, les *Ca-*

lyptræa trochiformis et *Cytherea semisulcata*. M. Hébert regarde ce rapprochement comme tout à fait erroné.

M. Ruinart de Brimont lit l'extrait suivant d'une lettre de M. de Forestier, au sujet d'une découverte de bois fossiles faite à Dixmont, près Villeneuve-sur-Yonne :

« On vient de découvrir récemment près de Villeneuve-sur-
» Yonne une forêt souterraine. Des ouvriers, en faisant une
» tranchée, ont mis à jour une immense quantité ou plutôt un
» banc formé de châtaigniers et de sapins empilés les uns sur
» les autres. La partie inférieure de ce banc est passée à l'état
» de lignite, et la partie supérieure se trouve tellement bien
» conservée, que les arbres sont entièrement intacts et le bois
» propre à être travaillé comme le bois ordinaire. »

M. de Brimont ajoute, d'après d'autres renseignements exacts qui lui sont parvenus, que ce dépôt de bois fossiles a une épaisseur de 60 mètres, et qu'il a été constaté sur une longueur de 4 à 5 kilomètres.

M. Degousée, qui a été chargé du creusement du puits artésien qui a amené cette découverte, donne de vive voix quelques détails sur le gisement de ce dépôt de combustible, dont il attend d'ailleurs des échantillons qu'il s'empressera de mettre sous les yeux de la Société.

M. de Tchihatcheff lit l'extrait suivant d'un Mémoire:

Sur les dépôts sédimentaires de l'Asie-Mineure, par M. P. de Tchihatcheff.

La majeure partie de cette portion de la presqu'île Natolique, comprise entre l'archipel grec et une ligne tirée de Samsun à Tarsus, est composée de dépôts sédimentaires plus ou moins souvent traversés par des roches éruptives, mais qui n'en forment pas moins l'élément principal de la charpente solide de cette contrée, dont ils constituent presque entièrement les grandes lignes littorales.

Une étude non interrompue de près de trois années m'a mis à même de signaler, dans les dépôts sédimentaires de l'Asie-Mineure, l'existence des terrains suivants, rigoureusement basée sur des caractères paléontologiques :

1. Terrain dévonien.
2. Terrain jurassique.
3. Terrain crétacé.
4. Terrain nummulitique.
5. Terrain miocène.
6. Terrain lacustre.

1° *Terrain dévonien.*

Je commencerai par signaler les localités qui m'ont fourni des fossiles dévoniens. Ce sont : 1° le littoral septentrional du golfe de Nicomédie ; 2° le littoral méridional de la Cilicie Trachée; et enfin, 3° la chaîne de l'Anti-Taurus, qui coupe du N.-N.-E. au S.-S.-O. la portion orientale de la Cappadoce.

Voici les fossiles que j'ai recueillis dans ces trois localités, et dont je dois la détermination à l'amitié de notre savant collègue, M. de Verneuil, et au talent de M. J. Haime.

Terebratula prisca, Schlot.
— *Wilsoni*, Sow.
Spirifer Verneuili, Murch.
— *macropterus?* Goldf.
— *Pellico*, d'Arch. et Vern.
Orthis striatula, Schlot.
— *basalis?* Dahlm.
Leptæna depressa, Sow.
Productus subaculeatus, Murch.
Cyathophyllum quadrigeminum, Goldf.
Cyathophyllum indét.
Acervularia Rœmeri, Milne Edw. et J. Haime.
Favosites cronigera, d'Orb.
Michelinia Tchihatcheffi, Vern., n. sp.
Alveolites spongites, Stein.
Retepora antiqua, Goldf.
Tentaculites indét.

Les trois localités fossilifères sus-mentionnées, placées malheureusement aux trois extrémités opposées de l'Asie-Mineure, sont les seuls points de repère auxquels on puisse rattacher, comme appartenant à la même formation, plusieurs vastes dépôts qui, par leurs caractères lithologiques, et le plus souvent stratigraphiques, offrent avec ces derniers la plus grande analogie. En conséquence, je distinguerai dans l'Asie-Mineure trois *domaines* dévoniens, savoir : 1° celui que l'on pourrait nommer domaine de l'Anti-Taurus ; 2° celui que je désignerai par le nom de cilicio-bithynien ; et 3° celui que je nommerai domaine dévonien du golfe de Nicomédie.

1. Le domaine que je désigne par le nom de domaine dévonien de l'Anti-Taurus est composé : 1° des chaînes des Bulgar-Dagh et Allah-Dagh, qui se rattachent, au sud, à la chaîne de

l'Anti-Taurus proprement dit; 2° de la chaîne de l'Anti-Taurus qui, à son extrémité nord-ouest, se rallie à 3° la chaîne de l'Ak-Dagh (1), laquelle, à son tour, se confond avec le massif montagneux qui constitue une large bande dirigée de l'E. à l'O., et dont la limite septentrionale pourrait être approximativement indiquée par une ligne tracée de Tokat jusqu'aux parages de Tchorum, et la limite méridionale par une autre ligne qui irait de Sivas jusqu'aux parages de Kara-Megara (en Galatie).

2. Le domaine cilicio-bithynien est celui qui, par ses vastes ramifications, embrasse la surface la plus étendue. Il forme d'abord une large bande le long du littoral de la Cilicie Trachée, en s'étendant à peu près depuis le cap Sarpédon (à peu de distance au S.-O. de Sélévké) jusqu'aux parages de la ville d'Arlaya (2), puis, s'élevant vers le N., il occupe la majeure partie de l'Isaurie, en détachant plusieurs rameaux qui coupent de l'ouest à l'est le vaste bassin lacustre de la Lycaonie. Après avoir traversé l'Isaurie, le terrain dévonien forme une bande comprise entre les deux chaînes presque parallèles de l'Émir-Dagh et du Sultan-Dagh, qui toutes deux se dirigent du S.-E. au N.-O. Dans les parages d'Afium-Karahissar, où les dépôts dévoniens se trouvent fréquemment interrompus par des éruptions trachytiques et des masses considérables de calcaire d'eau douce, cette bande, dont la largeur moyenne (du N.-E. au S.-O.) pourrait être approximativement évaluée à 150 kilomètres, se bifurque : (*a*) une branche continue à suivre la direction du tronc principal (du S.-S.-E. au N.-N.-O.), en composant la longue chaîne dont l'extrémité S.-S.-E. est fermée par le Murad-Dagh, et dont l'extrémité opposée se rattache immédiatement au mont Olympe; parvenu au massif du mont Olympe, le domaine dévonien de cette branche (branche N.-O.) se déploie en une longue bande dirigée de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E., et forme le littoral méridional d'une partie de la mer de Marmara, en s'étendant à l'est jusqu'à peu près au méridien de la ville de Boli; (*b*) la seconde branche principale de la bifurcation signalée dans les parages d'Afium-Karahissar se dirige droit à l'ouest et embrasse la presque totalité de la Carie et une portion

(1) Littéralement *mont blanc* : du mot *ak*, blanc, et *dagh*, montagne.

(2) C'est dans la partie de côte comprise entre Sélévké et Alaya, et nommément dans les parages de Kilandria, que les montagnes sont composées d'un calcaire noir tout pétri de *Spirifer Verneuili* et *macropterus*.

de l'Ionie et de la Lydie. C'est dans le domaine occupé par cette dernière branche que se trouvent les deux chaînes presque parallèles du Missoguis et du Tmolus, qui bordent la superbe vallée du Méandre, et ce sont encore les extrémités occidentales de la même branche qui donnent à une partie du littoral occidental de l'Asie-Mineure cette physionomie variée et éminemment pittoresque qui en fera toujours le pays classique des artistes, comme il a constamment été celui des archéologues.

3. La troisième portion du système dévonien qu'il me reste encore à signaler est celle qui s'étend le long du littoral asiatique du Bosphore, à peu près depuis Anadolou-Kavak jusqu'à Scutari, et qui, de là, longe le littoral occidental de la mer de Marmara jusqu'à l'entrée du golfe de Nicomédie, ou jusque dans les environs du gros bourg de Guébissé. Dans ces parages, le domaine dévonien s'éloigne brusquement du golfe en tournant au N.-N.-E. et en se dirigeant ensuite à l'est, parallèlement au littoral de la mer Noire, pour aller se terminer près du cap Calpé.

Comme M. Hamilton et M. Strickland ont, depuis nombre d'années, signalé sur la rive asiatique du Bosphore des fossiles siluriens que, malgré mes recherches, je ne suis pas parvenu à retrouver, il serait possible que le terrain silurien formât, le long du Bosphore, une lisière étroite, et y représentât une saillie locale s'avançant de dessous les dépôts dévoniens.

Les roches qui composent le domaine dévonien dont je viens de signaler les trois groupes principaux consistent en :

1° Calcaire noir, compacte, homogène ou cristallin, le plus souvent de teinte foncée, soit gris sale ou noir, soit bleuâtre ; exhalant fréquemment une odeur bitumineuse, et passant quelquefois au marbre blanc.

2° Thonschiefer de teinte foncée et à surface, soit terne, soit luisante et satinée.

3° Micaschiste offrant toutes les variétés possibles, tant sous le rapport de la teinte que sous celui de la dimension relative et de la répartition de ses éléments constitutifs (1).

---

(1) En rangeant dans le domaine dévonien certains micaschistes qui offrent une liaison intime avec des calcaires en tout semblables à ceux que leurs fossiles caractérisent comme calcaires dévoniens, je suis loin de vouloir appliquer aux *micaschistes en général* un phénomène observé en Asie-Mineure, où je signale les localités qui présentent ce phénomène, peut-être tout à fait local. Au reste, l'hypothèse du passage du calcaire au micaschiste perdrait beaucoup de son caractère d'*hérésie géologique*, par la considération qu'en admettant ce

4° Talcschiste et roches serpentineuses intimement liés avec quelques unes des roches précédentes, mais très distincts des roches serpentineuses qui, dans certaines localités de l'Asie-Mineure, semblent plutôt offrir les caractères de roches éruptives;

5° Grès très varié sous le rapport du grain et de la nature de ses éléments constitutifs.

6° Marnes schisteuses offrant souvent les caractères des marnes secondaires.

7° Conglomérat se rattachant aux calcaires noirs ou bien composant à lui seul des masses considérables.

Les différentes espèces de roches mentionnées ci-dessus se trouvent toutes liées entre elles, soit par des passages et des transitions plus ou moins distincts, soit par des alternances très marquées. L'étude de ces phénomènes qui, dans un pays comme l'Asie-Mineure, est assez difficile, puisqu'elle nécessite des comparaisons et des rapprochements très nombreux et répétés sur les points les plus opposés, fournit des données importantes sur l'âge relatif de plusieurs des roches sus-mentionnées. Ce n'est qu'en découvrant les rapports intimes qui existent entre elles, que l'on parvient à les identifier et à grouper dans la même catégorie géologique des roches qui, vues isolément, paraîtraient tout à fait étrangères les unes aux autres. Je citerai à l'appui de cette assertion quelques uns des nombreux exemples que fournit l'Asie-Mineure, des phénomènes dont il s'agit.

1° *Passage du micaschiste au thonschiefer et au calcaire.* — Entre Biga et Inova (en Troade), on voit le long du torrent Kirkagatch de belles dénudations qui montrent le passage du micaschiste à un thonschiefer très noir, alternant avec un calcaire gris, et immédiatement placé sous des masses basaltiques qui le recouvrent.

---

passage à l'égard du thonschiefer et du micaschiste, deux roches dont la similitude de composition chimique est incontestable, il ne resterait qu'à s'assurer si le calcaire, à son tour, peut offrir la même transition à l'égard du thonschiefer; or j'ai signalé dans l'Altaï des calcaires noirs passant à un thonschiefer caractérisé par des fossiles dévoniens. Dans tous les cas, la classification que je me permets ici n'a, à mes yeux, qu'un caractère tout à fait provisoire. Aussi, si des observations ultérieures ne parviennent point à mettre ce fait à l'abri de tout doute jusqu'à l'époque de la publication de ma carte géologique de l'Asie-Mineure, je me contenterai d'y signaler les micaschistes sous le nom général de formation *azoïque*, afin de ne point préjuger la question.

Entre Inova et Meuris le passage du micaschiste au calcaire gris se présente encore plus distinctement. On peut étudier le même passage entre les roches sus-mentionnées dans tout le massif du Sultan-Dagh ; au N.-O. de la ville d'Arlaya (Pamphylie), sur le versant septentrional du Missoguis (Lydie), près de la ville de Sugut (Bithynie), etc. Non loin du village Curliby (Phrygie), sur le chemin qui conduit de Guméh à Aïnégeul, on voit de dessous les dépôts lacustres percer un micaschiste qui passe au gneiss.

2° *Alternance entre le micaschiste, le thonschiefer et le calcaire.* — Ces alternances se voient dans toute la chaîne de l'Andricus (Cilicie Trachée), ainsi que dans celle du Cragus (Pamphylie), dans la crête qui sépare le bassin de l'Hermus de la vallée de Logamus, où se trouve la ville d'Allahcher, et enfin dans toute la chaîne de l'Akdagh (Galatie) qui n'avait été encore explorée par aucun géologue moderne, et dont la position même ne se trouve qu'à peine et faussement indiquée sur les meilleures cartes de l'Asie-Mineure. Le phénomène de l'alternance entre le micaschiste et le calcaire blanc cristallin se présente sur une très grande échelle, de même que dans toute la chaîne granitique qui borde à l'ouest le bassin lacustre de la province de Bozok (Galatie), et qui offre constamment des exemples d'alternances et de passages entre le calcaire blanc cristallin, le micaschiste et le granite.

3° Dans plusieurs endroits on peut observer le *passage et l'alternance* entre le calcaire noir avec tous les caractères du calcaire de transition, et les schistes marneux et sableux qui, vus isolément, pourraient être pris pour des marnes ou des grès secondaires. Pour ne pas choisir mes exemples dans les régions lointaines de l'Asie-Mineure, je me bornerai à les indiquer sur le Bosphore, où l'on peut étudier ce phénomène entre Arnaoutkoi (côte d'Asie) et Rivas (*ibid.*), dans les parages de Beikos (côte d'Asie), entre Pera et les eaux douces d'Europe (Kiathané), dans les parages de Bahtchékoi (côte d'Europe), etc.

4° *Passage du calcaire noir et du thonschiefer au talcschiste.* — Les relations intimes entre ces roches se révèlent très fréquemment en Asie-Mineure ; elles présentent, entre autres, dans les environs de Tokat, une étude d'autant plus instructive que le géologue y découvre des transitions très marquées entre des roches qui, plus au nord de Tokat, et surtout entre cette ville et Amasia, n'apparaissent qu'isolément, et qui, jugées d'après leurs caractères lithologiques, se rangeraient dans des formations très différentes. En effet, dans toute la région entre Amasia et Tokat, on voit tantôt des masses de roches serpentineuses, tantôt de puissants

dépôts de calcaire, soit blanc et cristallin, soit jaunâtre, à cassure conchoïde, et présentant tous les caractères du calcaire jurassique. Mais lorsqu'on examine les nombreuses dénudations que fournissent d'anciens travaux d'exploitation dont les puits et les galeries subsistent encore près du village de Tchhané, à deux heures au nord de Tokat, on reconnaît que ces mêmes calcaires blancs et jaunâtres se convertissent en un calcaire compacte et foncé, parfaitement identique avec les calcaires dévoniens et siluriens des environs de Constantinople, et qu'à leur tour ces derniers passent soit au thonschiefer, soit au talcschiste. La même liaison intime entre les calcaires et les roches talqueuses se présente sur une bien plus grande échelle dans toute la chaîne de Tchumlu qui, au sud de Tokat, forme un rempart très considérable dirigé de l'ouest à l'est le long de la frontière méridionale du Pont.

De même, les masses imposantes du Bulgar-Dagh (Cappadoce) et de l'Allah-Dagh (*ibid.*), qui ne sont que la continuation méridionale de l'Anti-Taurus des anciens, fournissent des exemples fréquents de ces passages; et, dans le Bulgar-Dagh, exactement comme à Tokat, on ne peut se convaincre de la liaison intime qui existe entre des roches d'un aspect tout différent, qu'en étudiant des dénudations artificielles pratiquées dans des mines; car, lorsqu'on aperçoit dans les différents embranchements du Bulgar-Dagh des marnes compactes, en tout semblables à des marnes crétacées, on a de la peine à admettre qu'elles ne constituent qu'un membre de la vaste formation de calcaire noir, si caractéristique pour les terrains anciens de l'Asie-Mineure. Or on se convainc de ce fait, en visitant les divers travaux d'exploitation qui ont pour objet la galène argentifère élaborée ensuite dans les établissements soi-disant métallurgiques qui se trouvent à Bulgar-Madene, dans une des vallées du Bulgar-Dagh. Ces gisements argentifères se trouvent dans la masse centrale du Bulgar-Dagh, et généralement à une hauteur assez considérable, car une des mines que j'ai visitées, à trois heures du village de Bulgar-Madene, a une altitude de 2098 mètres, tandis que celle de Kézeb-Fépéssi, située presque sur le sommet de la montagne, doit avoir au moins 500 mètres de plus. Dans toutes ces mines les schistes marneux passent à un calcaire noir compacte rempli de cristaux de galène, et passant par des transitions insensibles au talcschiste.

5° Le conglomérat et le grès que j'ai signalés comme une des roches figurant dans le domaine protozoïque de l'Asie-Mineure ne s'y présentent nulle part sur une plus grande échelle que dans l'Anti-Taurus, où on les voit acquérir des développements gigantesques

dans la gorge profonde de Farach, que traverse avec impétuosité le Zamantasou, affluent du Sihoun (le Sarus des anciens), et qui sépare l'Anti-Taurus proprement dit de l'imposante masse de l'Allah-Dagh. Les remparts élevés qui, comme d'inaccessibles murailles, se dressent des deux côtés de cette gorge, sont exclusivement composés de bancs puissants de conglomérat et de brèche dont les fragments sont réunis par un ciment sableux. Une teinte rouge, provenant probablement de l'oxyde de fer, colore toutes ces masses et donne une physionomie très caractéristique à ces hautes et solitaires régions, aussi inconnues à Constantinople qu'en Europe, car elles ne sont occupées que par des tribus sauvages qui ne relèvent que de la juridiction de Kauzan-Oglou, l'un de ces chefs de brigands Avchars et Kurdes retranchés dans les montagnes lointaines de l'Anti-Taurus, où ils défient l'autorité du Grand-Seigneur qui, par respect pour la dignité des vrais croyants, évite de compromettre ses soldats dans une lutte avec ces montagnards peu orthodoxes, et se contente de leur abandonner les rares infidèles que le sort ou l'amour de la science pourraient jeter au milieu de leur contrée.

Tout le revers occidental de l'Allah-Dagh est composé de ces conglomérats et brèches qui, comme je l'ai observé, se retrouvent également sur le versant oriental de l'Anti-Taurus, séparé de l'Allah-Dagh par le Zamantasou, ce qui prouve en même temps combien cette distinction des anciens, du Taurus et de l'Anti-Taurus, est peu géologique, car, où finit leur Taurus de la Cilicie et commence leur Anti-Taurus de la Cappadoce, le géologue ne voit que la continuation d'une vaste chaîne, exactement de la même composition et du même âge (dévonien), se dirigeant d'abord de l'ouest à l'est (le Taurus de la Cilicie), et puis tournant au N.-N.-E. (l'Anti-Taurus de la Cappadoce).

Je terminerai par quelques observations sur les conditions stratigraphiques qui caractérisent les dépôts paléozoïques de l'Asie-Mineure.

Ces dépôts se présentent fréquemment sans aucune trace de stratification, ce qui est surtout le cas de plusieurs masses calcaires; mais là, où les caractères stratigraphiques se trouvent distinctement prononcés, le redressement des couches est le phénomène le plus général. Très fréquemment les couches sont disposées verticalement, ou bien elles sont ployées et contournées en sens divers. Les plongements dominants, comme résultats d'un très grand nombre d'observations que j'ai été à même de faire sur tous les points de l'Asie-Mineure, paraissant être les suivants :

Dans l'Anti-Taurus (Cappadoce), le Bulgar-Dagh (*ibid.*) et l'Allah-Dagh (*ibid.*), au S. 30° E., à l'O. 10° S.; — au S. 40° E., au N.; — au S. 20° E., au N. 30° O.; — au N. 50° O.

Sur le littoral méridional de l'Asie-Mineure (Cilicie et Pamphilie), à l'O.; — au S. 45° E.; — au S.-O.; — au S. 45° E.; — au N.-E.

Sur le littoral septentrional et occidental (Bithynie, Carie et le Bosphore), au S.-O.; — au S. 10° E.

Dans les parties centrales de l'Asie-Mineure, au S. 10° O.; — à l'O. 35° S.; — au S. 30° E.; — à l'O. 15° N.; — au S.-O.; — au S. 25° E.; — au S. 10° E.; — au S. 40° O.; — au S. 30° E; — à l'E. 20° S.; — à l'E. 30° S.; — à l'E.; — à l'O. 35° S.; — au S.-O.; — au S.-E.; — au N. 40° E.; — à l'E. 4° N.

Il résulte de tous ces plongements divers que les inclinaisons au S.-O. et au S.-E. paraissent être les plus fréquentes dans les terrains paléozoïques de l'Asie-Mineure. Bien que le redressement plus ou moins violent des couches soit en quelque sorte un trait caractéristique pour les terrains anciens de l'Asie-Mineure, cependant on y observe aussi quelquefois une stratification très peu inclinée et même horizontale, comme, par exemple, entre Jénicher et Sergué (à l'ouest d'Afium-Karahissar, en Phrygie), où le micaschiste présente en certains endroits des couches plus ou moins fortement redressées.

La même chose se voit dans la chaîne de micaschiste qui borde au nord le lac de Merméné (Lydie). La localité de l'Asie-Mineure où ce phénomène acquiert sans contredit les plus grands développements, c'est la partie de l'Anti-Taurus traversée par le Zamanta-Sace, et dont j'ai signalé plus haut les vastes dépôts de conglomérat et de brèche. Ces dépôts sont tous disposés en bancs plus ou moins horizontaux, et il ne serait pas impossible, vu la constance et l'extension qu'a ici ce phénomène, que les dépôts dont il s'agit fussent postérieurs aux dépôts dévoniens proprement dits, ou en représentassent un étage supérieur. Au reste, l'absence complète de traces organiques rend très hasardée toute hypothèse que l'on pourrait se permettre à cet égard.

Terrains jurassique et crétacé.

1. Si l'on ne veut accorder une place dans la classification rigoureuse des terrains qu'aux dépôts déterminés par des caractères paléontologiques, l'extension en Asie-Mineure des terrains jurassique et crétacé serait très peu considérable, car ils s'y

trouveraient réduits, à quelques exceptions près, au petit nombre de localités fossilifères que j'ai eu le bonheur d'y découvrir; aussi ne pouvant signaler qu'une seule localité positivement caractérisée par ses fossiles comme dépôt jurassique, c'est le seul dépôt de cet âge que je me permettrai d'indiquer, persuadé, au reste, que des recherches ultérieures auront pour résultat infaillible la découverte de semblables dépôts dans plusieurs autres régions de l'Asie-Mineure (1), et nommément dans la Paphlagonie et le Pont.

Le dépôt jurassique dont il s'agit ici forme, à trois heures au S.-O. d'Angora, une bande qui se dirige du N.-N.-O. au S.-S.-O., et se trouve limitée, à son extrémité méridionale, par les terrains lacustres de la grande plaine qu'arrosent le Sangarius et ses affluents. Ainsi le développement du terrain jurassique, dans le sens du nord au sud, se trouve parfaitement déterminé, puisqu'il s'étend depuis la limite méridionale du domaine trachytique d'Angora jusqu'au village Ilidja, situé à dix heures environ au sud de cette ville, sur la limite septentrionale du bassin lacustre. Malheureusement, l'extension du terrain jurassique dont il s'agit, dans le sens de l'est et de l'ouest, ne saurait être marquée aussi nettement. Toutefois, comme à l'ouest, les dépôts lacustres reparaissent de nouveau, et qu'à l'est le Kizil Irmak borde de près la grande formation granitique de la province de Bozak, il est très probable que le terrain jurassique en question ne constitue qu'un dépôt local qui ne dépasse pas de beaucoup l'étendue du district du Haimané. La roche qui figure principalement dans ce terrain est un calcaire grisâtre, à cassure éminemment conchoïde, disposé en couches, tantôt verticales, tantôt plongeant au N. 33° O., sous un angle de 40°. Les fossiles que j'y ai recueillis, et dont je dois la détermination à l'amitié de notre savant collègue, M. Alcide d'Orbigny, sont:

Ammonites tortisulcatus, d'Orb.	*Ammonites biplex*, Sow.
— *arduennensis*, d'Orb.	— *tatricus*, Pusch.

Les fossiles, comme on voit, sont assez caractéristiques pour l'Oxford-clay, bien que, selon l'observation de notre savant col-

(1) Je crois devoir rappeler encore une fois que dans tout mon Mémoire il ne s'agit toujours que de la partie de l'Asie-Mineure placée à l'ouest d'une ligne tirée obliquement de Samsun jusqu'à Tarsus; les considérations consignées dans ce travail ne s'appliquent donc point aux régions situées à l'est de cette ligne.

lègue, M. Bayle (1), l'*Ammonites tatricus* se trouve également dans le lias supérieur, à Digne, l'oolithe ferrugineuse, aux Moutiers (Calvados), et dans le terrain néocomien de Castellane.

2. Les considérations que j'ai exposées plus haut, relativement aux proportions extrêmement restreintes qu'offrirait en Asie-Mineure le terrain jurassique, si l'on voulait s'en tenir à une détermination rigoureusement scientifique, ces considérations, dis-je, sont également applicables au terrain crétacé ; car dans toute ma collection paléontologique, collection probablement la plus considérable qu'on ait jamais rapportée de l'Asie-Mineure, M. d'Archiac n'a pu découvrir qu'un très petit nombre de fossiles vraiment crétacés (2). Cependant comme ces fossiles appartiennent à plusieurs localités et non à une seule, ainsi que c'est le cas, pour les fossiles jurassiques sus-mentionnés, j'ai cru que dans la délimitation du terrain crétacé de l'Asie-Mineure, je pouvais tenir compte des mêmes principes d'analogie que j'ai suivis dans l'appréciation géographique du terrain dévonien. En conséquence, je comprendrai *provisoirement*, dans le domaine crétacé, tous les dépôts non fossilifères, qu'avec plus ou moins de vraisemblance on peut rattacher aux dépôts munis de caractères paléontologiques ; de cette manière, sans parler des lambeaux crétacés signalés par M. Strickland aux environs de Smyrne, le domaine crétacé de l'Asie-Mineure nous présenterait une longue bande non interrompue, limitée au nord par la mer Noire et au sud par une ligne qui partirait des parages de Guébissé (3), suivrait le littoral septentrional du golfe de Nicomédie, et après avoir passé à peu de distance au nord des villes d'Eskib ou Eskibagh (4), de Zafranboli et d'Amasia, se prolongerait peut-être à l'est jusque dans l'intérieur des provinces caucasiennes russes. Cette longue bande littorale embrasserait une partie de la Bithynie et de la Paphlagonie et la grande majorité du Pont. C'est une région généralement plus ou moins montagneuse, et dont le principal élément oryctognostique consiste en calcaires blancs ou jaunâtres, à cassure conchoïde, en calcaires siliceux passant au grès, soit foncé,

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. VI, p. 325.

(2) En parlant des dépôts crétacés de l'Asie-Mineure, il est juste d'observer que depuis longtemps déjà M. Strickland avait signalé dans les environs de Smyrne des couches à Hippurites.

(3) Situé sur le littoral septentrional du golfe de Nicomédie, à l'embouchure même de ce golfe dans la mer de Marmara.

(4) L'emplacement probable de Prusias.

soit jaunâtre, et enfin en marnes plus ou moins compactes, blanches ou jaunâtres.

Toutes ces roches se trouvent dans une connexion intime et offrent en plusieurs endroits de fréquentes alternances ; une des localités les plus remarquables sous ce rapport est la magnifique dénudation naturelle que l'on voit à deux heures un quart à l'ouest du village d'Aktchéko (1); tout à côté de la plage, le flanc de la montagne qui plonge brusquement dans la mer y présente une large surface obliquement striée par des couches composées alternativement de grès, soit très foncé, soit couleur chocolat, à grain tantôt très fin, tantôt plus ou moins grossier, et de marnes calcaires gris sale, bleuâtres ou blanchâtres, à cassure conchoïde. Ces couches, et particulièrement celles du grès, offrent la plus grande variété dans leur puissance, qui est tantôt au delà d'un mètre, tantôt se réduit à une dizaine de centimètres; on les voit souvent alterner jusqu'à vingt-quatre fois. Cette localité est d'autant plus remarquable que les roches sus-mentionnées y offrent souvent la plus parfaite identité avec celles des environs d'Érégli, caractérisées par des fossiles crétacés, bien que ces dernières soient horizontalement stratifiées, tandis que celles dont il s'agit plongent au N.-O. sous un angle de 25°; de plus, comme dans les dépôts fossilifères d'Érégli, ces grès et marnes alternants passent à un conglomérat grossier.

Les dépôts crétacés de l'Asie-Mineure sont souvent percés par des éruptions trachytiques et basaltiques qui y ont partout occasionné des perturbations plus ou moins considérables; mais, comme toutes ces éruptions ne constituent que des phénomènes locaux, quoique extrêmement fréquents, les conditions stratigraphiques des dépôts sédimentaires y présentent souvent, dans des localités très voisines, de fort grandes variétés; en sorte que dans la proximité des couches violemment redressées il n'est pas rare d'en apercevoir d'autres presque horizontales. C'est ainsi que le Doukan-Dagh, qui borde au N.-O. le plateau nummulitique de Zafranboli, est composé de dépôts calcaires probablement crétacés, à couches redressées, tandis que les dépôts fossilifères d'Érégli (*Heraclea Pontica*) offrent une stratification plus ou moins horizontale. Toutefois, dans la grande majorité des dépôts crétacés de l'Asie-Mineure (ou du moins admis provisoirement par moi à ce titre), les couches sont plus ou moins fortement redressées et souvent diversement

(1) Ce village est à sept heures à l'ouest d'Érégli, sur le littoral septentrional de la Bithynie.

tordues et contournées : c'est ainsi que dans la contrée comprise entre Samsun et Ladik, les couches des calcaires, des marnes et des grès sont souvent verticales, et dans le défilé qui traverse le Ferhad-Dagh, situé au sud de la ville d'Amasia, elles sont ployées et tordues en sens divers.

Vu les grandes discordances que présente la stratification des dépôts crétacés de l'Asie-Mineure sous le rapport du plongement des couches, il serait difficile de désigner une inclinaison que l'on puisse considérer comme dominante, quoique le plongement au N.-O. soit peut-être le plus fréquent; toutefois celui du S.-E. n'est pas rare non plus.

Parmi les localités fossilifères que présente le domaine crétacé de l'Asie-Mineure, tel que je l'ai provisoirement délimité, je mentionnerai d'abord :

1° Plusieurs endroits où j'ai pu distinguer des empreintes confuses d'Ammonites dont le *facies* m'a paru rappeler vivement des formes crétacées. Malheureusement ces empreintes, au reste très oblitérées, se trouvent toutes sur la surface lisse de rochers calcaires dont il est impossible de les détacher sans les briser en mille morceaux. J'aperçus, entre autres, des empreintes semblables entre Ladik et Amasia, ainsi qu'à cinq heures au sud-est de la ville d'Érégli, où ces empreintes se trouvent associées à des moules d'Inocérames dont je parvins à détacher quelques uns que M. d'Archiac a reconnus pour être ceux de l'*Inoceramus Lamarckii*, Al. Brong.

2° Les dépôts de calcaire marneux blanc et jaunâtre dont est composée la vallée étroite qui traverse le Karadagh (1) et qui renferment des moules d'*Inoceramus Lamarckii*, Al. Brong.

3° Dépôts de grès foncé (à deux heures au sud-est de la ville d'Erégli) renfermant des empreintes indéterminables de plantes, ainsi que les fossiles suivants :

Pecten quadricostatus, Sow.
Terebratula disparilis, d'Orb., petite espèce globuleuse de la craie tufau de Rouen.
Plusieurs bivalves et *Pecten* indéterminables.
Alveolina, voisine de l'*A. cretacea*, d'Arch.

Les dépôts fossilifères que je viens de signaler donnent lieu à deux observations d'une certaine importance :

(1) Cette montagne se trouve sur les confins de la Bithynie et de la Paphlagonie, à peu de distance de la mer et environ à cinq heures à l'ouest de la vallée arrosée par le Filias, à l'embouchure duquel se trouvait la cité de Tium des anciens.

1° Bien que placés à peu de distance des dépôts fossilifères de Zafranboli, si riches en Nummulites, les dépôts d'Erégli se trouvent brusquement dépouillés de ces derniers fossiles, aussitôt qu'on s'éloigne de Zafranboli et que l'on se dirige au N.-O. Ainsi cette ligne de démarcation est bien nettement tracée entre deux espèces de dépôts très limitrophes et dont les uns sont caractérisés par une immense quantité de Nummulites associées à des fossiles propres au terrain nummulitique, tandis que les autres manquent complétement de ces fossiles et renferment en revanche des espèces caractéristiques de la craie tufau de la France.

2° Une seconde observation est suggérée par les conditions stratigraphiques des dépôts sus-mentionnés. En parlant du terrain nummulitique de l'Asie-Mineure, j'ai l'honneur de signaler à la Société les résultats importants auxquels peut conduire l'étude stratigraphique de ce terrain, puisqu'elle fournit les moyens de déterminer l'âge géologique des trachytes limitrophes, et, entre autres, celui du mont Argée, de ce géant imposant de l'Asie-Mineure.

Des résultats tout aussi intéressants nous sont fournis par les dépôts crétacés sus-mentionnés. Or tous ces dépôts sont échelonnés entre le point du littoral où se trouve la ville d'Erégli et les masses trachytiques qui s'élèvent à peu près à cinq heures au sud-est de ce point littoral, et composent l'Ora-Dagh et une partie du Kara-Dagh. Parmi ces dépôts, ceux qui sont composés de calcaires et de marnes, et qui renferment l'*Inoceramus Lamarckii*, offrent tous, dans la disposition de leurs couches, des redressements et des perturbations plus ou moins violentes, tandis que les dépôts de grès noir et de calcaire siliceux des environs immédiats d'Erégli, caractérisés par le *Pecten quadricostatus*, ont au contraire une stratification parfaitement horizontale ; or ce phénomène de discordance stratigraphique dans les dépôts du même âge se présente, comme je l'ai déjà observé, sur une ligne seulement d'une vingtaine de kilomètres de longueur, comprise entre les masses trachytiques sus-mentionnées et le littoral d'Erégli, et il est évident que, tandis que ces éruptions trachytiques ont si fortement modifié la stratification des dépôts à Inocérames, ceux caractérisés par le *Pecten quadricostatus* n'ont éprouvé l'effet d'aucun agent perturbateur. Il en résulte deux conséquences :

1° Que l'éruption de certains trachytes de l'Asie-Mineure, et nommément de ceux des parages d'Erégli, ont eu lieu pendant l'époque de la craie tufau, mais de manière que certains dépôts

de cette époque ont précédé ces éruptions, tandis que d'autres leur ont été postérieurs;

2° Que les calcaires et marnes à *Inoceramus Lamarckii* doivent être plus anciens que les grès à *Pecten quadricostatus*, situés dans les mêmes localités.

Avant de terminer le coup-d'œil extrêmement rapide que je viens de jeter sur le terrain crétacé de l'Asie-Mineure, il me resterait encore à vous signaler, messieurs, les dépôts très importants de charbon de terre qu'il renferme, et qui se trouvent échelonnés le long de la côte septentrionale de la Paphlagonie, depuis les parages d'Erégli, caractérisés par les fossiles crétacés sus-mentionnés, jusqu'à Amastria et probablement jusqu'à Inéboli, formant peut-être une bande non interrompue de plus de 200 kilomètres de longueur. Malheureusement, lorsqu'au mois de septembre de l'année 1848, me trouvant à Erégli, j'allais aborder cette étude, je fus inopinément atteint par le fléau du choléra qui, en quelques heures, m'enleva une partie de mes gens. Cette douloureuse catastrophe me força de ramener promptement à Constantinople les débris de ma petite caravane qui venait d'être si cruellement décimée au moment même où, après avoir échappé pendant deux années à des maladies et à des dangers de toute espèce, nous touchions déjà aux rives hospitalières du Bosphore.

Je me réserve à mon premier voyage d'étudier, comme ils le méritent, ces intéressants dépôts qui sans doute figureront un jour au nombre des ressources les plus précieuses de l'empire Ottoman, car, déjà aujourd'hui, les mines d'Erégli, où l'exploitation de ce charbon de terre prend chaque jour plus de développement, fournissent la plus grande partie du combustible employé dans le service des vapeurs turcs. C'est la seule localité en Asie-Mineure où cette substance présente les qualités requises pour les différents usages industriels, car tous les autres dépôts de charbon minéral que j'ai été dans le cas d'examiner dans la péninsule Natolique ne présentent que des espèces plus ou moins mauvaises de lignite tertiaire. Il en est de même des dépôts littoraux de la Thrace qui se trouvent à peu de distance de Constantinople, le long de la mer Noire : ce sont également des lignites tertiaires assez médiocres et n'ayant rien de commun, ni sous le rapport géologique, ni sous celui de leur qualité, avec les vastes dépôts de houille crétacée de la côte paphlagonienne, houille qui très souvent rappelle à s'y méprendre les plus belles qualités de la formation carbonifère proprement dite.

Terrain nummulitique.

Le principe que j'ai suivi dans l'indication approximative de l'extension géographique, en Asie-Mineure, des terrains dévonien et crétacé, doit servir également de base à la délimitation que je vais essayer d'établir des dépôts nummulitiques dans cette contrée. Comme dans les terrains dévonien et crétacé, j'ai cru pouvoir rattacher à quelques localités parfaitement caractérisées par leurs fossiles toute une série de dépôts offrant avec ces dernières la plus grande analogie, sous le double rapport lithologique et stratigraphique, de même un certain nombre de dépôts paléontologiquement déterminés vont me servir de types ou de points de repère autour desquels je grouperai d'autres dépôts que l'on pourra considérer *provisoirement* comme appartenant au même âge.

Conformément à ce mode de délimitation, les dépôts nummulitiques, y compris les grès rouges gypsifères, se trouveraient répartis dans quatre groupes occupant des espaces très inégaux, savoir :

1° Le groupe que je nommerai d'après le nom de la ville de Zafranboli, dont les environs constituent une des localités de l'Asie-Mineure les plus riches en fossiles ;

2° Groupe de Smyrne ;

3° Groupe Pisido-Lycien ;

4° Groupe de Nicomédie ;

5° Groupe du mont Karamass.

1. *Groupe de Zafranboli.*

En comprenant dans ce groupe les dépôts de grès rouge et de gypse qui forment une bande étroite le long du revers S.-O. de la chaîne granitique du Khodja-Dagh, laquelle s'élève sur la rive N.-E. du grand lac salé désigné chez les anciens par le nom de lac de Tatta, le groupe de Zafranboli offrirait le domaine le plus vaste que possèdent en Asie-Mineure les dépôts nummulitiques, car il embrasserait presque sans interruption toute la Galatie et une partie de la Paphlagonie et de la Bithynie. La limite septentrionale de ce domaine pourrait être approximativement marquée par une ligne tirée des parages d'Amasia jusqu'à ceux de Zafranboli, et, de là, jusqu'à la rivière Sangarius, à environ trente kilomètres au-dessus de son embouchure ; la limite occidentale serait représentée par une ligne tracée du point sus-mentionné

du Sangarius, jusqu'à la ville de Boli (en Bithynie), et de là jusqu'aux parages de l'emplacement de l'ancienne ville de Gordium (en Phrygie). La limite méridionale irait de ce dernier point au S.-E. jusqu'au cours supérieur de l'Angora Sou (ou environ à vingt heures au S.-S.-O. de la ville d'Angora); puis, se trouvant interrompue par des dépôts jurassiques et lacustres, cette limite méridionale atteindrait le Tchitchek-Dagh (situé à environ quinze heures au S.-O. de la ville de Yuzgat). La limite orientale, enfin, partirait de l'extrémité orientale du Tchitchek-Dagh et suivrait une ligne qui passerait du sud au nord, puis, se repliant au N.-E. et E., aboutirait aux parages de la ville d'Amasia.

Outre la localité de Zafranboli, où l'existence des fossiles a été signalée avant moi, sans que cependant on en eût jamais fait connaître qu'un très petit nombre d'espèces, ni signalé ou figuré aucune qui fût nouvelle, j'ai été assez heureux pour découvrir dans le domaine nummulitique dont il s'agit ici encore six autres localités destinées à fournir aux géologues futurs d'amples et fructueuses récoltes. Ces six localités sont :

1° La vallée située près du Baglan-Dagh, à trois heures au N.-N.-O. d'Angora;

2° Les environs du village d'El-Gary, à trois heures au N.-E. d'Angora;

3° et 4° Deux localités situées dans le voisinage immédiat de Yuzgat;

5° La vallée de Dilidji-Irmak, à quatre heures à l'ouest de Yuzgat;

6° La montagne nommée Jarymkalé, qui s'élève non loin du revers méridional de la chaîne de Tchitchek-Dagh, chaîne encore inexplorée, bien qu'elle ne se trouve qu'à vingt heures environ au S.-O. de Yuzgat. Malheureusement, elle sert pendant l'été de campement aux tribus les plus turbulentes des Avchars et des Kurdes; or le voisinage de ces rapaces brigands n'est rien moins que favorable aux recherches du géologue qui se trouve souvent forcé d'entourer d'un attirail belliqueux ses pacifiques explorations.

Voici les fossiles principaux que j'ai recueillis dans les localités sus-mentionnées, et dont je dois la détermination à notre savant collègue, M. d'Archiac, qui m'a non seulement accordé l'avantage de soumettre à ses sagaces investigations mes collections paléontologiques relatives aux terrains secondaires et tertiaires, mais qui encore a bien voulu se charger du soin de décrire et de faire figurer les espèces nouvelles ou peu connues :

Cyclolites andianensis, d'Arch.?
Astræa indét.
Orbitolites Fortisii, d'Arch.
— *sella*, id.
— *submedia*, id.
— nov. sp.
Nummulina biaritzana, d'Arch.
— *distans*, Desh.
— *elegans*, Sow. (*pro parte*).
— *spira*, de Roissy.
— id. var. *c*.
— *lævigata*, Lamk.
— *Ramondi*, Defr.
— *scabra*, Lamk.
— *Lucasiana*, Defr.
Alveolina longa, Czj.
— *subpyrenaica*, Leym.
Micraster indét., se rapprochant du *M. coranguinum*, Ag.
Serpula spirulæa, Lamk.
Lutraria?
Corbula exarata, Desh.
Corbis lamellosa, Lamk.
Lucina ambigua, Desh.?
— *corbarica*, Leym.
— *mutabilis*, Lamk.
— indét., voisine de la précédente.
Cytherea lævigata, Lamk.
Venus granosa, Sow.?
Venericardia acuticostata, Lamk.
— *imbricata*, id.
— *multicostata*, id.
Cardium nummuliticum, d'Arch., nov. sp.
— fragment se rapportant peut-être au *C. hippopœum*, Desh.
Cardium, voisin du *C. porulosum*, Lamk.
Cardium, voisin du *C. rachitis*, Desh.
— nov. sp.
Pectunculus?
Chama.
Lithodomus lithophagus, Lamk.?
Pecten, nov. sp., voisin du *P. suborbicularis*, d'Arch.
— nov. sp.
— indét.
Spondylus asiaticus, d'Arch., nov. sp.
Ostrea gigantea, Brand.
Pileopsis cornu-copiæ, Lamk.
Melania inquinata, Defr.
Phasianella, nov. sp.
Natica, nov. sp.
— *bazarkensis*, d'Arch., nov. sp.
Cerithium Tchihatcheffi, d'Arch.,
— nov. sp. ou très voisine de celle des Corbières figurée sous le nom de *C. giganteum* par M. Leymerie.
Turbinellus fusoides, d'Arch., nov. sp.
Cassis.
Terebellum belemnitoideum, d'Arch., nov. sp.
— *convolutum*, Lamk.
— *obtusum*, Sow.
— nov. sp.
Cypræa elegans, Def.
— *depressa*, Sow.

Il y a en outre un assez grand nombre d'autres bivalves, telles que *Lucina? Crassatella? Chama? Cardium? Lima? Corbis?* indéterminables.

Pour éviter de trop longs développements, je me bornerai à indiquer approximativement les limites des deux groupes nummulitiques suivants :

2 et 3. *Groupe de Smyrne et groupe Pisido-Lycien.*

Le groupe de Smyrne est formé des dépôts qui s'étendent d'a-

bord tout autour du massif trachytique sur lequel est bâtie la ville de ce nom, et qui a déjà été exploré par MM. Hamilton, Strickland et Spratt. Ces dépôts ne s'étendent au sud de Smyrne qu'à une distance d'environ dix heures de cette dernière, à peu près jusqu'au petit village de Gumuldikoi, situé sur le littoral septentrional du golfe de Skalanova (à peu de distance à l'est de l'emplacement de l'antique Lébédos), où les dépôts nummulitiques reposent immédiatement sur le micaschiste. Au nord de Smyrne, ils sont interrompus par des masses très considérables de trachyte qui, au N.-O., s'avancent dans la direction d'Akhissar (l'antique Tralles), et, à l'ouest, composent une partie du littoral du golfe nommé chez les anciens Sinus Elæaticus, où les dépôts nummulitiques reparaissent de nouveau et constituent le littoral méridional du golfe d'Adramite, ainsi qu'une partie de la côte opposée, en occupant la région côtière de la Troade, comprise entre les antiques cités d'Antandrus et d'Assus, chantées par Homère et indiquées par Strabon. Tous ces dépôts nummulitiques que je viens de signaler au nord de Smyrne, le long du littoral, s'appuient sur des masses élevées de trachyte et de granite qui s'étendent bien loin dans la Troade et en constituent la majeure partie. Cependant le domaine des roches éruptives, qui forment une bande assez large s'étendant au nord de Smyrne, dans la direction du littoral, jusqu'au golfe d'Adramite, ne fait que couper dans ce sens les dépôts nummulitiques qui, d'un côté, constituent le littoral même, et de l'autre (c'est-à-dire à l'est du domaine granito-trachytique) reparaissent avec un développement beaucoup plus grand, en s'avançant au delà d'Akhissar et de Belikesri, et en atteignant le littoral méridional de la Propontide, qu'ils longent depuis l'embouchure du Rhyndacus jusqu'au Granicus, limite naturelle entre les dépôts nummulitiques de ce groupe et le domaine trachytique de la Troade.

Le groupe nummulitique, que j'appelle Pisido-Lycien, occupe la totalité de la Lycie (où il est fréquemment interrompu par des sédiments tertiaires et des roches serpentineuses), de la Pisidie et de la Pamphilie, ainsi que la partie méridionale de la Phrygie. Au sud, sa limite naturelle est formée par la Méditerranée, dont il constitue le littoral depuis les parages de la ville d'Alaya jusqu'au golfe de Macri. Une ligne, partant de ce golfe et se dirigeant au N.-N.-E. dans la direction de la ville de Dénizly, pourrait figurer comme la limite occidentale de ce groupe, tandis qu'une autre ligne, tracée des parages de Dénizly à travers le lac d'Eguerdir jusqu'à celui de Beycher, en indiquerait la limite septentrionale

et coïnciderait en quelque sorte avec la ligne de démarcation qui, chez les anciens, séparait la Phrygie de la Pisidie; enfin, la limite orientale du groupe Pisido-Lycien pourrait être représentée par une ligne courbe, tracée du lac de Beycher jusqu'au point du littoral pamphylien, situé à huit heures environ à l'ouest de la ville d'Alaya, le Coracesium de Strabon, qui, à cette époque, c'est-à-dire il y a dix-sept siècles, était déjà célèbre par ses pirateries et ses brigandages, ainsi que tout le littoral de la Cilicie, genre de célébrité que ces classiques régions conservent et cultivent religieusement encore aujourd'hui, afin de ne point donner un démenti à l'illustre géographe d'Amasia.

Parmi le petit nombre de localités fossilifères que renferme le groupe Pisido-Lycien, je me bornerai à signaler les dépôts qui se trouvent entre les villages Kutchubourlou et Dinner (tous deux en Phrygie), et qui renferment beaucoup de *Nummulina lævigata*, associées à une Térébratule très voisine de plusieurs espèces éminemment crétacées.

4. *Groupe de Nicomédie.*

Ce petit groupe forme une lisière le long des deux côtés du golfe de Nicomédie, en s'appuyant à l'O., au N. et au S., sur des dépôts dévoniens, et, à l'E., sur des couches crétacées; cette dernière ligne de démarcation ne peut être tracée que très approximativement. Cependant, comme les dépôts des parages d'Érégli (*Heraclea pontica*) m'ont fourni des fossiles évidemment crétacés, sans la moindre trace de Nummulites tandis que sur le littoral méridional du golfe de Nicomédie, et nommément entre Jalova et Karamusat, le calcaire blanc, qui forme des hauteurs échelonnées le long du golfe, renferme des Nummulites, j'ai cru pouvoir séparer les dépôts crétacés (sans Nummulites) d'Érégli des dépôts nummulifères du golfe de Nicomédie. La ligne de démarcation entre ces deux terrains se trouverait donc à peu près dans les parages du cours inférieur du Sangarius, et pourrait être marquée par une ligne que l'on tirerait à l'E. (à dix heures à peu près) de la ville de Nicomédie jusqu'à l'embouchure du Sangarius.

5. *Groupe du mont Karamass.*

De toutes les localités fossilifères que j'ai été à même de découvrir dans l'Asie-Mineure, celle du mont Karamass est peut-être la plus intéressante, car elle offre la possibilité de déterminer pour

la première fois l'âge du géant volcanique de l'Asie-Mineure. En effet, les dépôts du Karamass-Dagh, si distinctement caractérisés par leurs fossiles, se trouvent dans le voisinage immédiat du mont Argée, et seulement à quatre heures de Kaïsaria; les couches de ces dépôts plongent de l'E. 20° N. à l'O. 20° S., souvent sous un angle de 50° ou 40°, et il en résulte que le soulèvement du mont Argée a dû avoir lieu postérieurement à la formation de ces dépôts nummulitiques. La partie fossilifère du mont Karamass est connue chez les Turcs sous le nom de *Merdjémek-Dagh*, ou mont des Lentilles: ce nom, comme les gens du pays me l'ont attesté eux-mêmes, provient de l'énorme quantité de Nummulites entassées dans les ravins et dont l'aspect avait frappé les Turcs qui, croyant apercevoir dans tous ces petits corps aplatis autant de lentilles pétrifiées (en turc, *merdjémek*), ont donné à ces parages le nom de *Mont des Lentilles*.

Le Karamass-Dagh, dont le Merdjémek-Dagh ne constitue que l'extrémité septentrionale, et dont le point culminant est, d'après mes mesures hypsométriques, de 1798 mètres, est également remarquable par sa position topographique; il s'élève isolément sous la forme d'une longue crête dirigée du S.-S.-O. au N.-N.-E. et entourée de tous côtés par des trachytes, des basaltes et des tufs trachytiques: c'est en quelque sorte une île solitaire surgissant au milieu de l'océan volcanique du mont Argée. La position complétement isolée de cette montagne est d'autant plus remarquable qu'elle ne peut même être considérée comme un lambeau détaché de la chaîne également calcaire de l'Anti-Taurus dont elle n'est séparée à l'E. que par un espace d'une vingtaine de kilomètres : or cette chaîne de l'Anti-Taurus (ainsi que le prouvent les fossiles que j'y ai recueillis) appartient à l'âge dévonien, tandis que le mont Karamass est éminemment nummulitique, ainsi que l'attestent les fossiles suivants :

Orbitolites submedia, d'Arch.
Nummulina biaritzana, id.
— *spira*, de Roissy.
— *lævigata*, Lamk.
— *Ramondi*, Defr.
— *scabra*, Lamk.
Echinolampas.
Serpula? ressemblant aux corps serpuliformes fréquents dans la glauconie inférieure du nord de la France.
Lucia ambigua, Desh.
— indét., très voisine de la *L. argus*, Mell.
Lucia corbarica, Leym.
Cytherea nitidula, Lamk.
Venericardia multicostata, id.
Cardium nummuliticum, d'Arch., nov. sp.
— indét., voisin du *C. porulosum*, Lamk.
— *semistriatum*, Desh.
Lima?
Pecten indét., ayant quelques rapports avec le *P. somrowensis*, Sow.

Pecten subtripartitus, d'Arch., var. des faluns.
Spondylus asiaticus, d'Arch., nov. sp.
Natica, nov. sp.
— nov. sp., voisine de l'*Ampullaria conica*, Desh.
Natica, nov. sp.
Sigaretus, nov. sp.
Cerithium Tchihatcheffi, d'Arch., nov. sp.
Buccinum, nov. sp.

Je vais indiquer maintenant la nature des roches principales qui constituent les dépôts nummulitiques de l'Asie-Mineure, ainsi que leurs caractères stratigraphiques ; et comme j'ai rangé provisoirement dans cette catégorie les dépôts de grès rouge et de gypse, qui, par l'immense développement qu'ils acquièrent, constituent à eux seuls un trait saillant dans la physionomie géologique de l'Asie-Mineure, je diviserai la description oryctognostique et stratigraphique du terrain à Nummulites en dépôts de calcaires et marnes blancs ou grisâtres, et en dépôts de grès rouge et de gypse. Je joindrai à cette seconde section l'exposition détaillée des motifs sur lesquels je base mon hypothèse, relativement à l'incorporation de ces dépôts gypsifères de l'Asie-Mineure dans le terrain nummulitique.

1. *Dépôts de calcaires et marnes blancs et grisâtres.*

Les calcaires qui figurent dans le terrain nummulitique de l'Asie-Mineure sont généralement blancs, jaunâtres ou gris-sale, rarement cristallins, à cassure plus ou moins conchoïde et se divisant très souvent en dalles qui rappellent parfaitement la pierre lithographique de Solenhofen, en Bavière. Ces calcaires se chargent quelquefois de matière siliceuse et passent à un calcaire sableux. Quelquefois la substance siliceuse se présente sous forme de concrétions, et la roche est alors chargée d'un grand nombre de rognons de pierre à feu, ce qui, en l'absence de fossiles, rend très difficile la distinction de ces dépôts d'avec ceux d'eau douce où ce phénomène est très fréquent.

Les marnes, soit compactes, soit friables, jouent également un rôle important dans le terrain nummulitique de cette contrée, en affectant les teintes les plus variées. C'est ainsi qu'entre Kayadjek et Gueurdès (Phrygie) les marnes ont une teinte verte qui donne à toute la contrée l'aspect de surfaces revêtues de gazon, bien que la végétation herbacée y soit très pauvre.

On voit donc que les roches calcaires et marneuses qui constituent les dépôts nummulitiques de l'Asie-Mineure sont assez peu variées ; mais il est essentiel d'observer que, si cette simplicité et

cette uniformité oryctognostiques caractérisent les dépôts de l'Asie-Mineure centrale et méridionale, il n'en est pas de même d'une partie du littoral occidental de cette contrée, où les dépôts qui paraissent se rattacher au reste du grand domaine nummulitique de la Péninsule diffèrent notablement de ces derniers, en affectant une tendance vers la structure cristalline et une certaine schistosité qui, jointe à une teinte foncée, rappelle quelquefois le thonschiefer. C'est surtout le cas pour la presqu'île ionienne qui fait face à l'île de Chio, et où l'on voit fréquemment les calcaires marneux prendre des caractères lithologiques très différents de ceux qui distinguent le terrain nummulitique auquel ils se rattachent par les calcaires des environs de Smyrne. D'ailleurs les dépôts de la presqu'île ionienne, ainsi que tous ceux du littoral occidental, se distinguent également des autres dépôts nummulitiques de l'Asie-Mineure par leurs caractères stratigraphiques; en sorte qu'il ne serait pas impossible qu'ils appartinssent à une époque différente et probablement plus ancienne.

Quant aux conditions stratigraphiques qui caractérisent les dépôts nummulitiques de l'Asie-Mineure en général, on peut y distinguer deux régions relativement au sens du plongement des couches. L'une de ces régions constitue cette partie du littoral occidental dont je viens de parler, et où l'inclinaison dominante est au N.-O., sous un angle plus ou moins fort, généralement de 50 à 80°.

La seconde région comprend le reste du domaine nummulitique de l'Asie-Mineure, et est caractérisée par un plongement de couches au S.-O. ou au S.-E., en formant des angles très variés et souvent tellement faibles qu'on peut les considérer comme nuls.

L'étude stratigraphique de cette région offre des résultats très intéressants, en fournissant des données sur l'âge relatif des roches éruptives qui se trouvent dans leur proximité. Or, lorsqu'on examine les caractères stratigraphiques de ceux de ces dépôts dont l'âge est parfaitement caractérisé par leurs fossiles, on parvient à découvrir deux époques principales dans l'éruption des trachytes, qui jouent en Asie-Mineure un rôle important.

En effet, parmi les sept dépôts à fossiles nummulitiques que j'ai signalés plus haut, et dont presque tous sont situés dans la proximité des roches trachytiques, les uns ont leurs couches plus ou moins fortement redressées, tandis que les autres offrent un redressement très faible ou même une parfaite horizontalité.

Il en résulte que celles des roches trachytiques de l'Asie-Mineure qui se trouvent placées dans le voisinage du terrain num-

mulitique ne sont pas toutes contemporaines, et que les unes sont antérieures et les autres postérieures à ce terrain. C'est ainsi que le géant volcanique de l'Argée (1), dont les éruptions et les soulèvements ont redressé les dépôts fossilifères du mont Karamass, n'a pas dû exister à l'époque où elles se formèrent, tandis que ceux qui se trouvent dans la proximité de la masse trachytique du mont Boglan (2), et dont la stratification offre la plus parfaite horizontalité, ne se seront déposés qu'après l'apparition de ces masses trachytiques. De même, les éruptions basaltiques et trachytiques des environs de Yuzgat (Galatie) sont antérieures aux grès à *Alvéolines*, qui se trouvent tout à côté de la ville, et postérieures aux dépôts fossilifères de la vallée de Dilidjisou; car les couches de ces derniers plongent au S. 3° E., sous un angle de 55°, tandis que celles du grès à Alvéolines ne présentent aucune trace de perturbation.

Une autre observation intéressante qui se rattache encore aux dépôts nummulitiques de l'Asie-Mineure, c'est que l'examen que M. d'Archiac a bien voulu faire des fossiles qu'ils renferment prouve que ces dépôts eux-mêmes ne sont point tous contemporains, et présentent deux étages, l'un inférieur et l'autre supérieur; car, tandis que les uns, comme ceux du mont Karamass (3), du mont Boglan (4), etc., ne renferment que très peu de fossiles identiques avec ceux des dépôts éocènes connus, les fossiles des autres, comme ceux des dépôts de Dilidjisou (5), offrent la plus grande analogie avec la faune éocène de l'Europe. Or il se trouve que le redressement ou l'horizontalité des couches ne correspond nullement aux caractères chronologiques de ces deux étages, dont le plus ancien offre indifféremment les deux phénomènes, tandis que le plus récent est précisément celui qui, comme dans la vallée de Dilidji, révèle le plus de perturbations stratigraphiques. Il en résulte que, parmi les trachytes placés en contact avec les dépôts nummulitiques de l'étage le plus ancien, les uns sont antérieurs et les autres postérieurs à cet étage, ce qui nous donnerait trois époques pour les trachytes de l'Asie-Mineure, relativement aux dépôts nummulitiques limi-

(1) Mes mesures hypsométriques m'ont donné, pour cette montagne, la hauteur de 12,575 pieds.

(2) Au N.-N.-O. d'Angora

(3) Près du mont Argée.

(4) Au N.-N.-O. d'Angora.

(5) A quatre lieues à l'ouest de Yusgate, près du village Asmankai.

trophes, savoir : 1° les trachytes postérieurs à l'étage nummulitique supérieur ou au terrain éocène proprement dit; 2° les trachytes antérieurs à l'étage inférieur; et 3° les trachytes postérieurs à cet étage.

Maintenant, messieurs, il est temps de vous soumettre les considérations qui m'ont porté à proposer l'incorporation dans le terrain nummulitique des dépôts de grès rouge et de gypse dont j'ai étudié le développement en Asie-Mineure sur un très vaste espace, en les suivant jusqu'aux sources principales du Kisil-Irmak.

1. Les dépôts de grès, de marnes et de conglomérats qui entourent de toutes parts la ville de Yuzgat offrent, à l'exception du gypse, qui ne s'y trouve pas, tous les éléments principaux qui caractérisent la vaste formation gypsifère de l'Asie-Mineure. Il ne peut y avoir aucun doute que les dépôts de Yuzgat ne fassent partie de cette dernière, d'autant plus que, même dans celle-ci, le gypse ne figure pas toujours, et qu'il y a une foule de localités où les grès et les marnes s'élèvent seuls tout à côté d'autres dépôts de grès et de marnes alternant avec des gypses qui, conséquemment, sont contemporains des premiers.

En admettant l'identité géologique entre les dépôts de Yuzgat et ceux de la grande formation gypsifère du reste de l'Asie-Mineure, il s'ensuit naturellement que tout ce que l'on peut dire relativement à l'âge des premiers s'applique également à celui des derniers. Or voici les motifs qui sembleraient prouver que les dépôts de Yuzgat, et conséquemment les dépôts gypsifères de l'Asie-Mineure en général, font partie du terrain nummulitique que je viens de signaler.

2. A deux heures au sud de Yuzgat, sur le chemin même qui conduit à Kaïsaria, j'ai découvert deux localités fossilifères, dont l'une, composée de masses non stratifiées d'un conglomérat polygénique noir ou verdâtre, rappelant celui de la Superga ou de Ronca, et l'autre, de bancs horizontaux de grès rougeâtre. La première de ces localités renferme :

Trochosmilia multisinuosa, Miln. Ed. et J. Haim.?
Ceratotrochus exaratus, id.?
Trochocyathus sinuosus, id.?
Corbis pectunculus? Lamk., ou du moins très voisine de celle du calcaire grossier.
Cardium voisin du *Cardium hippopæum*, Desh., du calcaire grossier.

La seconde localité est caractérisée par une immense quantité

d'une espèce d'Alvéoline que M. d'Archiac a rapportée à l'*Alveolina longa*, Czj., des environs de Vienne, et que j'ai retrouvée dans les dépôts du mont Boglan associée à un grand nombre de fossiles éminemment nummulitiques. De plus, à côté même de ces grès à Alvéolines, on voit percer, le long des chemins et dans les ravins, des fragments du *Cerithium Tchihatcheffi*, que, dans mes explorations en Asie-Mineure, je m'étais habitué à considérer comme l'immanquable précurseur de fossiles nummulitiques ; car, partout où j'eus le bonheur d'en découvrir, j'étais sûr d'apercevoir d'abord ce gigantesque gastéropode.

3. Non seulement au sein même du domaine des grès et conglomérats de Yuzgat il se trouve, comme on vient de le voir, des points renfermant des fossiles nummulitiques, mais encore tous ces grès et conglomérats se rattachent à d'autres dépôts très riches en fossiles appartenant à la même époque; ces dépôts sont ceux de la vallée de Dilidjisou, que j'ai déjà eu l'occasion de mentionner plus d'une fois, et qui ne se trouvent qu'à quatre heures à l'ouest de Yuzgat. Mais ce qui achève de démontrer la liaison des dépôts nummulitiques avec les dépôts gypsifères dénués de tous fossiles, c'est qu'à cinq heures à l'ouest d'Osmankoï, et conséquemment à huit heures des calcaires nummulitiques de Dilidjisou, on voit dans la même vallée surgir de nouveau, non seulement les grès rouges et les marnes, mais encore des dépôts de gypse alternant avec ces derniers, tantôt horizontalement disposés, tantôt plongeant de 30° au S. 5° E. De plus, les eaux de cette région sont plus ou moins saumâtres, et y indiquent probablement la présence de dépôts de sels, qui sont si caractéristiques pour la formation gypsifère de l'Asie-Mineure, et qui se manifestent souvent sur une si grande échelle.

4. A trois heures au nord-est d'Angora et au sud du village El-Ghazy, on voit les trachytes remplacés par des calcaires blancs, marneux, complétement identiques avec les mêmes roches qui m'ont fourni, sur tant de points de l'Asie-Mineure, des fossiles nummulitiques. Mais ce qui est important, c'est que ces calcaires et ces marnes alternent avec des gypses que l'on ne voit nulle part dans les dépôts fossilifères, et qui au contraire se font remarquer en Asie-Mineure par l'absence de toute trace organique. Or c'est précisément dans cette localité, où se trouvent réunis d'une manière si remarquable les éléments de ces deux espèces de dépôts en apparence si différents (dépôts de calcaire blanc fossilifères et dépôts de grès et gypses non fossilifères), que je recueillis un *Cerithium Tchihatcheffi*, dont la roche encaissante renferme des Nummulites.

5. La présence dans les dépôts de grès rouge et de gypse d'un calcaire non fossilifère plus ou moins noir, compacte, bitumineux, rappelant quelques calcaires du *mountain limestone*, a également ses analogues dans les dépôts nummulitiques de l'Asie-Mineure, et nommément dans le mont Karamass, où toute l'extrémité méridionale de la montagne est composée des calcaires noirs sus-mentionnés, qui, comme ceux des dépôts gypsifères, ne présentent pas la moindre trace organique. Mais à l'extrémité septentrionale de la chaîne, cette roche passe à un calcaire sableux grisâtre et presque blanc, et constitue les masses connues des gens du pays sous le nom de Merdjémek-Dagh, ou montagne des lentilles, si riche en fossiles nummulitiques.

6. Les conditions stratigraphiques des dépôts de grès rouge et de gypse fournissent également une preuve en faveur de leur identité avec les dépôts nummulitiques de l'Asie-Mineure, car un nombre très considérable d'observations, faites à la boussole sur les points les plus opposés, m'ont donné, pour la très grande majorité des dépôts de ce genre, l'inclinaison dominante de N.-O. ou N.-E. au S.-E. ou S.-O.; or c'est précisément le plongement qui caractérise la stratification des calcaires et marnes nummulitiques, et là, comme ici, on voit les dépôts, selon les localités, offrir, sous le rapport stratigraphique, la plus grande divergence, depuis les couches parfaitement horizontales jusqu'aux redressements les plus verticaux ou les plissements et torsions les plus variés.

Je suis obligé de me borner à ces considérations pour ne point abuser davantage de l'indulgence de la Société; mais la question que je viens de traiter, trop longuement peut-être, a trop d'importance pour la constitution géologique de l'Asie-Mineure, et a encore été trop peu approfondie pour ne point réclamer toute l'attention des géologues voués à l'étude de cette contrée, et parmi lesquels les noms de MM. Ainsworth, Hamilton, Strickland, Forbes et Spratt, ont déjà acquis des titres incontestables à la reconnaissance des savants.

Lorsqu'un examen rigoureux, appuyé sur des études consciencieuses et étendues, aura pour résultat de confirmer l'hypothèse que je propose, et que le domaine nummulitique de l'Asie-Mineure, déjà si vaste, se trouvera encore agrandi par l'incorporation de ces immenses dépôts de grès rouges et de gypses qui s'étendent jusqu'aux rives de l'Euphrate et peut-être au delà, alors l'Asie-Mineure pourra être considérée comme un des points vraiment classiques pour les dépôts à Nummulites. Ce sera ajouter un titre d'illustration de plus à tant d'autres qu'elle possède déjà.

Terrains tertiaires.

Les terrains tertiaires de l'Asie-Mineure présentent deux grandes sections :

1. Dépôts marins.
2. Dépôts lacustres.

1. *Dépôts marins.*

Les fossiles que renferment ces dépôts y permettent de distinguer : 1° l'étage miocène ; et 2° un étage supérieur, probablement correspondant au calcaire des steppes de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling ; et, comme ce sont les dépôts de la première époque qui dominent en Asie-Mineure, nous allons nous en occuper d'abord.

Étage miocène.

Les dépôts appartenant à l'étage miocène se trouvent répartis en trois bassins de dimensions fort inégales et placés à une grande distance les uns des autres ; ils forment trois régions indépendantes que je désignerai par les noms suivants : (*a*) domaine cilicien ; (*b*) domaine lycien ; et (*c*) domaine troyen.

(a) *Domaine cilicien.*

Les dépôts miocènes qui constituent le vaste domaine cilicien occupent un espace incomparablement plus étendu que celui des deux autres bassins sus-mentionnés ; ce domaine embrasse une grande partie de la Cilicie Trachée, et s'étend au N.-O. jusque dans l'Isaurie et la Lycaonie. Il forme une large bande à contours dentelés, dirigés du N.-N.-O. au S.-S.-E., et ayant dans ce sens une longueur d'environ un degré et un quart sur une largeur moyenne (de N.-E. au S.-O.) d'un demi-degré. Sa limite N.-E. pourrait être représentée par une ligne ondoyante qui partirait des parages de la ville de Soli (1) et viendrait aboutir à un point situé à environ 5 lieues au sud de la ville de Karaman. Une autre ligne, également très sinueuse, tracée des parages du cap Sarpédon, et courant parallèlement à la première (du S.-S.-E. au N.-N.-E.), le

(1) La ville de Soli (le Pompéopolis de Strabon) est située sur le littoral, à l'extrémité orientale de la Cilicie Trachée.

long de la chaîne de l'Imbarus jusqu'aux sources du Calycadmus, représenterait la limite S.-O.; celle de l'O. suivrait les vallées étroites fermées par les sources principales du Calycadmus, et se dirigerait du S.-S.-O. au N.-N.-E., en aboutissant aux parages de Karaman; la limite orientale, enfin, serait fermée par la portion du littoral comprise entre la ville de Soli et le cap Sarpédon.

Cette région, ainsi délimitée, représente un massif très montagneux dont l'aspect extérieur annonce plutôt une contrée jurassique ou crétacée qu'un terrain tertiaire : aussi, lorsque le géologue descend des plaines nues et horizontales de la Lycaonie dans les vallées profondes creusées par les nombreux affluents du Calycadmus, et qu'il voit partout se dresser devant lui des masses imposantes revêtues d'épaisses forêts, jamais l'idée de se trouver au milieu de dépôts tertiaires ne viendrait se présenter à son esprit, et ce n'est qu'avec surprise qu'il parvient à en acquérir la certitude en apercevant les nombreux fossiles dont sont hérissés tous ces rochers ciselés en tourelles pittoresques ou excavés en voûtes fantastiques.

Il y a peu d'endroits dans ces régions qui ne soient fossilifères : des Huîtres, des Astrées, des Clypeaster, des Panopées, etc., y recouvrent quelquefois la surface du sol comme un véritable pavé; cependant le nombre des espèces est loin de répondre à l'énorme accumulation des individus. Voici les fossiles que j'ai recueillis dans quatre localités différentes appartenant toutes au vaste et magnifique bassin cilicien, qui, un jour, deviendra peut-être pour les paléontologistes une source féconde de richesses.

Astræa Defrancii, Miln. Edw. et J. Haim.
— *Ellisiana*, Defr.
— *Guettardi*, id.
— *Tchihatcheffi*, nov. sp., J. Haim.
Porites Collegnoana, Mich.?
— indét.
Cycloletis? indét.
Operculina complanata, d'Orb.
Clypeaster Tchihatcheffi, d'Arch., nov. sp.
— nov. sp.
— nov. sp.
Spatangoïde indét.
Panopæa Faujasii, Lamk.
Tellina compressa, Brocc.
Tellina, indét.
Lucina, moule voisin de la *L. corbarica*, Leym.
— nov. sp. rappelant la *L. orbicularis*, Desh., de Morée.
— indét.
— indét.
Sanguinolaria, nov. sp.
Cytherea leonina, de Bast.
Venus gallina, Linn.
Cardium subhians, d'Arch., nov. sp.
Pecten solarium, Lamk.
— indét.
Perna indét.
Pectunculus, indét.
Ostrea undata, Lamk., Goldf.

Ostrea callifera, Lamk.
— *lamellosa*, Gold.
— *Virginica*, Lamk.
Bulla lignaria? Lamk.
Dolium indét.
Strombus? indét.
Conus indét.
— voisin du *C. Aldrovandi*.
— indét.

Un échantillon de calcaire gris, passant à un conglomérat et qui constitue à Bayalar (1) des couches puissantes, renferme une grande quantité de petites coquilles marines indéterminables. Dans un autre calcaire marneux, grisâtre, on peut reconnaître une multitude de Néritines, Turritelles, *Venus*, *Turbo*, Nucules et deux espèces d'Alvéolines.

(b) *Bassin lycien*, (c) *bassin troyen*.

Ces deux dépôts, peu considérables, se trouvent séparés l'un de l'autre par la moitié de toute la longueur de la péninsule Natolique; le premier est situé dans la partie septentrionale de la Lycie, que les anciens désignaient par le nom de Milias; il y constitue la vallée à l'extrémité sud-ouest de laquelle on voit la pittoresque ville d'Elmalu (2). Les dépôts caractérisés par des Astrées, associées dans le bassin cilicien à des fossiles miocènes, y reposent sur les flancs des montagnes qui bordent les vallées et qui, probablement, font partie du terrain nummulitique.

---

(1) Bayalar est un petit village turc, situé au sud de la ville de Karaman, la Laranda de Strabon.

(2) C'est ainsi que le nom de cette ville est prononcé par les Turcs, et non Almalu, comme le marque l'excellente carte de l'Asie-Mineure, publiée à Berlin, en six feuilles: cette carte, qui a servi de base à mes explorations, est, grâce aux soins et à l'érudition de M. Kiepert, incontestablement la meilleure, ou, si l'on veut, la moins défectueuse de toutes celles que nous possédions sur cette contrée, encore tout aussi peu connue sous le rapport géographique que sous celui de la géologie. Malheureusement, outre les grandes lacunes qu'elle présente, les noms propres y sont très souvent fort dénaturés, ce qui ne tombe nullement à la charge de M. Kiepert, car, pour toutes les localités qu'il n'a pas explorées lui-même, il a reproduit les travaux des meilleures autorités; or, quelque respectables d'ailleurs que ces autorités puissent être, elles participent toutes, plus ou moins, de l'inconvénient qu'ont à combattre les voyageurs européens dans l'Asie-Mineure, savoir : celui d'ignorer la langue du pays, ce qui fait qu'ils rendent ordinairement les noms orientaux selon la prononciation de leur propre langue, ainsi que je serai dans le cas de le signaler, pour une foule de localités, lorsque je publierai ma grande carte de l'Asie-Mineure, où, me prévalant de l'avantage que me donnait la connaissance du turc, je les ai reproduites sous leur nom véritable, quelquefois tout à fait différent de celui qu'on leur avait donné.

Le bassin troyen forme une lisière peu large le long du littoral occidental de la Troade, à peu près depuis Bunarbachi jusqu'aux parages de l'embouchure du Touzlatchaï. A l'E. et au S., ce domaine est limité par des hauteurs de trachyte et de serpentine, tandis qu'au N. il se rattache au terrain tertiaire supérieur des Dardanelles.

Les dépôts qui composent le domaine troyen consistent en strates horizontaux de calcaires marneux et de grès, qui forment des monticules arrondis. La rangée de hauteurs qui longent des deux côtés le petit torrent de Savakly, à une heure au sud des belles ruines d'Alexandria-Troas (1), m'ont fourni les fossiles suivants :

Ostrea callifera? Lamk.
Ostrea, voisine de l'*Ostrea crispata*, Gold.
Pecten benedictus? Lamk.

Les hauteurs sus-mentionnées qui bordent la vallée de Savakly la séparent de la plaine de Touzla, dont les eaux salines présentent un phénomène extrêmement curieux : toute cette vaste plaine, dont le bord occidental est baigné par la mer, se trouve sillonnée de petites fentes et de crevasses d'où jaillissent des milliers de sources salines qui recouvrent le sol d'une croûte jaunâtre et rougeâtre, sur laquelle on ne peut marcher sans sentir brûler les pieds à travers de la semelle, à cause de la température élevée de ces eaux, qui percent partout; il est probable que c'est à ces sources que sont dus les dépôts considérables colorés des teintes les plus vives et empilés en bancs horizontaux le long des flancs des montagnes trachytiques qui bordent la plaine au N.-E. et à l'E. La roche de ces montagnes se trouve altérée à un tel point et présente un aspect tellement extraordinaire, que l'on a de la peine à en reconnaître la nature. D'ailleurs les sources salines ne se trouvent point limitées aux dépôts tertiaires de la plaine; on en voit jaillir de fort belles le long des flancs des rochers trachytiques qui se dressent tout à côté du village de Touzla : ce sont des gerbes d'eau bouillante, dont quelques unes ont à leur base 34 centimètres de circonférence, et décrivent une courbe de $1^{m},57$ de longueur. Le goût de cette eau est aussi salé que la dissolution la plus concentrée de sel, et la température tellement élevée, que deux thermomètres que j'y plongeai successivement éclatèrent sur-le-

(1) Cette localité est aujourd'hui désignée par le nom d'Eski-Stamboul ou vieux Stamboul (Constantinople).

champ. Dans la plaine, la température de ces sources est moins élevée; elle est ordinairement de 78 à 85 degrés centésimaux.

2. *Terrain tertiaire supérieur.*

Outre les dépôts de Sinope, que M. Hamilton avait déjà identifiés avec le calcaire de steppe de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, je signalerai une autre localité dont les fossiles semblent se rapporter à la même époque, savoir les parages de la ville de Dénizly. La position géographique de ces dépôts constitue à elle seule un fait très intéressant, parce que, de tous les dépôts de cet âge signalés jusqu'aujourd'hui en Asie-Mineure, on n'en avait encore connu aucun qui, comme ceux de Dénizly, s'avançât aussi loin dans l'intérieur du continent natolique; car le littoral le plus voisin de la ville de Dénizly s'en trouve éloigné de près de 2 degrés (1). Les dépôts qui constituent ce terrain s'élèvent en monticules arrondis le long du revers septentrional de la chaîne très considérable qui ferme le bord méridional de la belle vallée du Méandre. La roche est un calcaire crayeux, blanc ou jaunâtre, pétri de Vénéricardes qui ont tout à fait le caractère des fossiles du calcaire de steppe.

C'est à la même époque que semblent appartenir les dépôts de Makrikoï (village voisin de Constantinople), situés le long du littoral méridional de la Propontide, ainsi que ceux de Domuzdéré, non loin de la mer Noire, et qui s'étendent jusqu'à l'embouchure septentrionale du Bosphore.

Je ferai observer cependant que les dépôts récents des environs immédiats de Constantinople exigent encore un examen beaucoup plus approfondi avant que l'on puisse se prononcer d'une manière positive sur leur âge et leur origine; car, si d'un côté ils rappellent l'époque du calcaire de steppe, d'un autre côté la présence de fossiles lacustres les rattache également aux dépôts d'eau douce.

Avant de terminer cette rapide esquisse des dépôts marins tertiaires de l'Asie-Mineure, j'appellerai l'attention des géologues sur les dépôts qui encadrent des deux côtés le détroit des Dardanelles et y forment des remparts puissants, composés de couches horizontales qui renferment une bivalve (2) assez énigmatique, rappe-

(1) La ville de Dénizly est située à l'extrémité orientale de la vallée du Méandre, sur les confins de la Phrygie, de la Lydie et de la Carie.

(2) Bien que je n'eusse examiné que la côte asiatique des Dardanelles, les explorations de M. Viquesnel ont prouvé que le littoral

lant tout à la fois une coquille d'eau douce et une coquille de mer. Comme les nombreux individus de ce fossile que j'ai rapportés sont tous à l'état de moule, il serait peut-être prématuré d'en tirer pour le moment aucune conclusion péremptoire relativement à l'âge et à l'origine, soit lacustre, soit pélagique, de ces dépôts. Ils se trouvent séparés du bassin miocène de Touzla, que j'ai signalé plus haut, par des dépôts lacustres, situés également sur le littoral occidental de la Troade, dans les parages de Bunarbachi (1), et composés d'un calcaire gris, marneux, renfermant des Unio, des Cyclades, des Mélanopsis, ainsi que des traces de Lymnées.

Dépôts lacustres.

Les dépôts lacustres forment, tant par leur extension que par leur puissance, un des traits les plus saillants de la physionomie géologique de l'Asie-Mineure. En réunissant en une seule nappe tous les dépôts de cette nature, dont le nombre est immense, elle occuperait peut-être une surface supérieure au tiers de la surface totale de l'Asie-Mineure, c'est-à-dire, d'une région presque aussi étendue que toute la France. Au reste, la carte géologique que j'espère publier prochainement fera mieux apprécier ce fait que des chiffres ou de simples indications, toujours impuissantes sans le secours d'une image graphique, ce qui est surtout vrai quand il s'agit d'une contrée aussi peu connue que l'Asie-Mineure, dont les localités ne diront rien à l'esprit de l'auditeur ou du lecteur, si elles ne parlent pas en même temps à ses yeux.

C'est pourquoi je ne vous fatiguerai pas, messieurs, par la longue énumération de cette foule de dépôts locaux (quelquefois assez considérables) qui sillonnent l'Asie-Mineure en tous sens, et je me bornerai à signaler à votre attention deux bassins lacustres fort remarquables, non seulement par leur étendue, mais encore à cause de plusieurs autres particularités. Je désignerai le premier

---

européen est de la même composition, car il y a trouvé la bivalve en question.

(1) Ce village est situé à peu de distance au nord du cap Baba, le Lectum promontorium des anciens. Les belles explorations archéologiques, exécutées sous le patronage éclairé de M. de Choiseul-Gouffier, ont rendu très probable que le village Bunarbachi occupe l'emplacement de l'antique Troie, chantée par Homère; ce misérable village se trouve à peu de distance du littoral qui fait face à l'île de Ténédos.

de ces bassins par le nom de bassin de Lycaonie, et j'appellerai l'autre bassin de Sivas.

1. Le bassin de Lycaonie forme une bande qui s'étend du S.-E. au N.-O., en embrassant toute la Lycaonie et l'extrémité nord-est de la Phrygie. Sa limite N.-E. pourrait être représentée par une ligne tirée de Kesserhissar (1), à travers le grand lac Salé, jusqu'à l'emplacement de l'antique Gordium ou Juliapolis, en Phrygie. Une ligne presque parallèle à cette première, partant de la ville de Karaman et aboutissant vers les parages d'Eskicher (2), marquerait (quoique très approximativement) la limite S.-O., tandis qu'une troisième ligne, qui réunirait Karaman à Kesserhissar, représenterait la limite méridionale. Enfin une quatrième ligne, qui serait tracée entre un point situé à 20 kilomètres environ à l'est de la ville de Sugut et les parages où se trouvait le Gordium ou Juliapolis des anciens, pourrait figurer la limite septentrionale.

La région comprise entre ces lignes de démarcation offrirait une longueur d'environ 3° 15′ du S.-E. au N.-O., sur une largeur moyenne de plus d'un degré de l'Est à l'Ouest. Cette vaste nappe lacustre suppose donc l'existence d'un lac énorme qui a dû traverser jadis une grande partie de l'Asie-Mineure du S.-E. au N.-O., puisque la largeur totale de la péninsule, prise dans le sens de la direction du bassin dont il s'agit, n'a qu'un peu plus de 5 degrés et se trouverait représentée par une ligne tirée de Sélève (3) jusqu'au golfe de Nicomédie. Maintenant, lorsqu'on se rappelle que le bassin miocène cilicien, dont j'ai eu l'honneur de vous entretenir plus haut se rattache immédiatement à l'extrémité méridionale du bassin lacustre en question, et se continue sans interruption jusqu'au littoral de la Cilicie; on voit que ces deux bassins, qui ne forment qu'une seule bande tertiaire, coupent l'Asie-Mineure, du S.-E. au N.-O. presque depuis la Méditerranée jusqu'à la Propontide. Dans tous les cas le bassin lacustre de la Lycaonie, à lui seul, a dû occuper une surface au moins neuf fois aussi grande que celle du lac de Genève; placé sur la carte de France, il occuperait toute la presqu'île de la Bretagne, depuis son extrémité occidentale jus-

---

(1) C'est la Tyana des anciens, située en Cappadoce, et illustrée par la naissance du célèbre Apollonius qui tant de fois a été opposé à Jésus-Christ.

(2) L'antique Doryleum (en Phrygie), illustrée, au moyen âge, par les combats sanglants des croisés.

(3) Sur le littoral de la Cilicie Trachée; c'est la Seleucia de Strabon et de Ptolomée.

qu'à une ligne courbe tirée de l'embouchure de la Loire, et passant par les villes de Rennes et de St Malo; il embrasserait conséquemment la totalité des départements du Finistère, des Côtes-du-Nord, du Morbihan, et une partie de ceux de la Loire-Inférieure et de l'Ille-et-Vilaine. Quelques hauteurs dont plusieurs sont assez considérables, comme le Bos-Dagh, traversent une portion de ce bassin sans en rompre complétement la continuité. Ces montagnes, ainsi que d'autres beaucoup moins importantes, s'élèvent au milieu de ces surfaces comme des îles du sein de la mer, et, en effet, ces hauteurs, composées presque toutes d'un calcaire extrêmement analogue aux calcaires anciens, ont sans doute figuré jadis comme autant de masses insulaires se dressant au milieu des ondes tranquilles de ce lac immense.

2. Le bassin lacustre de Sivas, également remarquable par son extension qui cependant n'égale point celle du bassin que je viens de signaler, s'étend du N.-E. au S.-O. le long de la rive droite du Kizil-Irmak (1) jusque près de Kaïsaria, et a pour limite N.-O. la longue chaîne de l'Ak-Dagh qu'aucun géologue moderne n'avait encore étudié, et dont l'exploration géologique et topographique n'a pas été pour moi sans efforts et sans dangers au milieu d'une contrée infestée impunément par les hordes inhospitalières des Avchars et des Kurdes. Ce domaine lacustre n'est séparé que par une crête trachytique de celui qui occupe presque la totalité de la province de Bozok (2) dont les arides solitudes ne sont que rarement traversées par quelques caravanes.

La roche qui compose les vastes dépôts lacustres de l'Asie-Mineure est généralement un calcaire compacte, blanc ou jaunâtre, à cassure éminemment conchoïde, passant souvent à une roche crayeuse, friable, ou à une marne blanche ou foncée. Quelquefois les dépôts calcaires et marneux se trouvent associés à des dépôts de gypse, ce qui ne constitue au reste que des phénomènes tout à fait locaux. Les rognons de pierre à feu de teintes différentes sont très fréquents dans les couches lacustres de l'Asie-Mineure. La stratification y est presque toujours horizontale, à l'exception d'un petit nombre de localités où j'ai observé un certain redressement des couches.

Les fossiles que renferment les dépôts lacustres de l'Asie-Mineure offrent très peu de variétés et se bornent à un petit nombre d'espèces appartenant aux genres Planorbe, Lymnée, Paludine,

(1) Halys des anciens.
(2) Partie méridionale de la Galatie.

Valvée, Cyclade, Mélanopsis, Cyclostome, Mulette et Hélix. Ces espèces, à peu d'exceptions près, offrent la plus grande analogie avec les espèces lacustres fossiles de l'Europe. En revanche, mon illustre ami, M. le professeur Ehrenberg, de Berlin, auquel j'avais remis une nombreuse collection de roches de l'Asie-Mineure, a trouvé dans celles qui se rapportent aux dépôts tertiaires un grand nombre d'infusoires qu'il a bien voulu se charger de dessiner lui-même et qui formeront plusieurs planches dans mon ouvrage sur l'Asie-Mineure; il m'a signalé de plus, comme un fait très remarquable, et que son immense expérience ne lui avait jamais offert jusqu'à présent, la présence d'infusoires dans des échantillons de gypse recueillis dans la vaste plaine qui se déploie au S. et au S.-O. de la ville de Sevrihissar (1), et qui est exclusivement composée de couches horizontales de calcaire lacustre. C'est au milieu de ces calcaires remplis de Planorbes, Lymnées et Paludines que viennent s'interposer des dépôts de gypse également stratifiés en couches horizontales et composés de masses, soit amorphes, soit cristallines. Ces gypses, qui forment quelques collines peu considérables, se trouvent si intimement liés aux calcaires lacustres qu'il est impossible de ne pas les considérer comme un dépôt local parfaitement contemporain de ces derniers.

Un grand nombre de mesures hypsométriques, effectuées sur divers points, m'ont donné pour les deux grands bassins lacustres sus-mentionnés une moyenne d'environ 1200 mètres d'élévation au-dessus du niveau de la mer. Ces vastes plaines offrent presque toujours une surface parfaitement horizontale; des touffes clair-semées d'une herbe rabougrie en composent le plus souvent toute la végétation. Le regard du pélerin y cherche vainement quelque arbre hospitalier pour s'abriter contre un soleil brûlant, ou quelque source vivifiante pour étancher sa soif. Tout y est silencieux comme la tombe, tout y semble protester contre la présence d'une créature humaine. On dirait qu'après en avoir une fois subi le joug, et s'être revêtues de cités populeuses et bruyantes, ces vastes solitudes ne veulent plus reconnaître l'empire de l'homme qui n'a pas su conserver ses conquêtes. Si l'absence de la végétation arborescente est pour ces contrées un fléau pendant l'été, elle devient également une source de souffrance pendant l'hiver. Ainsi, dans toute la Lycaonie, la Cappadoce et une partie de la Phrygie,

---

(1) En Galatie, située non loin de l'antique Pessinus, qui, selon Strabon, avait été la capitale des Galates.

les habitants n'ont d'autres combustibles que la fiente séchée des chameaux et des chèvres.

Telle est la constitution géologique et la physionomie extérieure de ces immenses plaines lacustres de l'Asie-Mineure. Image du calme et du repos qui caractérisent l'époque géologique à laquelle elles doivent leur naissance, le tableau de ces plaines marquera en même temps le terme de l'excursion rapide, que nous venons d'effectuer à travers les époques géologiques précédentes, signalées par tant de catastrophes et de perturbations. Plus tard j'aurai l'honneur de placer sous les yeux de la Société un tableau général des agents mêmes qui ont amené ces grandes catastrophes et ces perturbations profondes dont toute l'Asie-Mineure n'est qu'une histoire vivante. C'est pour cette partie que je réserve également la description des vastes dépôts diluviens, aussi bien que les considérations générales déduites des faits consignés tant dans le présent mémoire que dans celui qui traitera des roches éruptives. Je m'estimerai heureux de joindre à mon second travail une carte géologique de toute la péninsule, à laquelle je suis décidé de consacrer encore plusieurs années, en étendant mes explorations sur l'île de Chypre, ainsi que sur le groupe nombreux de toutes ces les classiques dont le passé a été si grand qu'il semble ne plus y avoir de place pour l'avenir.

M. le président rappelle que la première séance de mai est proche, et engage messieurs les membres de la Société à présenter les propositions qu'ils auraient à faire sur le lieu de la prochaine réunion extraordinaire.

M. Michelin rappelle qu'une proposition relative à cette réunion a été soumise déjà au Conseil de la Société.

Les propositions qui pourront être faites seront renvoyées au Conseil, aussi bien qu'une proposition de M. Michelin sur les moyens de régulariser un travail d'extrait et de traduction des principaux Mémoires paraissant à l'étranger.

M. Delesse lit les deux notes suivantes sur l'analyse d'un feldspath extrait du porphyre :

Analyse du granite de Valorsine, par M. Delesse.

Le granite de la vallée de Valorsine est devenu célèbre par les belles observations de Saussure, et depuis il a été décrit à plusieurs

reprises par MM. Necker, Lyell et Fournet. Je l'ai visité moi-même en 1847, dans une excursion que j'ai faite avec M. le professeur Favre, et j'ai pensé qu'il ne serait pas sans intérêt d'en faire l'analyse.

Quand on part de l'église de Valorsine, et qu'on s'élève au-dessus du village en se dirigeant vers la route des Rupes, un peu à l'ouest des étables, on rencontre le granite de Valorsine, décrit par de Saussure et par les géologues que je viens de citer.

Il forme une série de filons à peu près parallèles, ayant au plus 1 mètre de puissance, qui sont enclavés dans un gneiss schistoïde, duquel ils sont séparés d'une manière très nette. Le gneiss encaissant est formé d'orthose, de quartz, de mica brun-noirâtre, qui est en paillettes microscopiques et assez abondant, en sorte que la structure gneissique de la roche est très bien caractérisée et qu'elle a une couleur brune : les plans de division de ce gneiss, qui sont ceux suivant lesquels les paillettes de mica sont disposées, sont à peu près coupés à angle droit par les filons de granite.

L'échantillon de granite que j'ai essayé a été détaché d'un filon ayant environ 1 mètre de puissance et une direction N.-15°-E.; il me paraît correspondre au filon qui a été désigné par M. Necker sous le n° 5. (Voir le *Mémoire de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, 1828, t. IV, pl. I, du *Mémoire sur la vallée de Valorsine*.)

Ce granite avait une structure légèrement porphyrique; les minéraux qui le composaient étaient : le quartz, l'orthose gris-blanchâtre, l'oligoclase, d'un blanc nacré ou légèrement verdâtre, qui paraît identique avec celui de la protogine. Il y a en outre deux micas : l'un, qui est le plus abondant, est brun-tombac, comme celui qui se trouve généralement dans les granites, et en particulier dans ceux des Vosges; l'autre, qui est blanc d'argent, comme celui de la pegmatite : ces deux micas se fondent souvent l'un dans l'autre, ainsi que l'a fait observer M. G. Rose, et une même paillette peut présenter la réunion des deux variétés de mica.

La présence du mica blanc d'argent ne doit d'ailleurs pas surprendre ici, car il se trouve habituellement dans les filons ayant peu de puissance et traversant les roches granitoïdes, tels que les filons desquels il est question ici; il est même facile de constater, ainsi que l'a fait observer M. Necker, que ces filons peuvent passer à une véritable pegmatite.

J'ai trouvé qu'un gramme de ce granite de Valorsine contenait :

Silice	75,00
Alumine	12,90
Oxyde de fer	1,10
Chaux	1,26
Alcalis et magnésie (diff.)	9,34
Perte au feu	0,40
	100,00

Ce granite est riche en quartz, et l'analyse montre en effet qu'il a une teneur en silice élevée.

Il contient, comme cela devait être, moins d'alumine et moins d'alcali que l'orthose; il a au contraire plus de chaux, ce qui doit être attribué à la présence de l'oligoclase, car le mica n'en renferme généralement pas ou seulement une petite proportion; l'oxyde de fer, la magnésie, qui proviennent surtout du mica, sont en très petite quantité, comme on pouvait le prévoir, puisqu'il n'y a que quelques centièmes de mica.

Si on néglige la proportion de mica, qui est très faible relativement aux proportions des autres minéraux qui entrent dans le granite de Valorsine, et si l'on observe que l'orthose et l'oligoclase ont à peu près la même teneur en silice, qu'on peut supposer en moyenne de 64 pour 100, il est facile de calculer, d'après la teneur en silice de ce granite, qu'il renferme environ 30 pour 100 de quartz et 70 pour 100 d'orthose, ainsi que d'oligoclase.

Si l'on compare la composition de ce granite de Valorsine à celle de la protogine du sommet du Mont-Blanc, qui est la suivante: *silice*... 74,25; *alumine*... 11,58; *oxyde de fer*... 2,41; *chaux*... 1,08; *potasse, soude et magnésie*... 10,01; *eau*... 0,67, on reconnaît que ces deux roches ont une composition chimique très peu différente; la protogine du sommet du Mont-Blanc contient seulement un peu plus de fer et de magnésie que le granite de Valorsine; mais les différences entre la teneur en silice, en alumine, en chaux et en alcali, sont seulement de quelques millièmes, et elles ne dépassent guère un centième.

Comme le granite de Valorsine et la protogine sont des roches qui ne sont pas moins distinctes par leurs caractères minéralogiques que par leur gisement, on voit que l'analyse chimique de la masse de deux granites ne peut pas servir à les séparer l'un de l'autre; et assurément, si l'on n'eût connu que les résultats des deux analyses précédentes, on aurait regardé ces deux roches comme identiques. Une même roche granitoïde présente d'ailleurs dans la composition chimique de sa masse des variations qui sont assez

grandes et même beaucoup plus grandes que celles de deux roches qui, comme le granite de Valorsine et la protogine, sont géologiquement et minéralogiquement très différentes.

Le granite qui vient d'être décrit forme le fond de la vallée de Valorsine; et, quand on s'élève vers le mont Loguia ou vers les Scéblancs, on voit qu'il est recouvert par une protogine ayant une structure schistoïde; M. Necker, qui a étudié avec beaucoup de soin les localités dans lesquelles ce granite s'observe, cite dans la vallée de Valorsine la Barberine, le Gros-perron, le Bel-oiseau, la Poyaz, etc.

Sur la Variolite de la Durance, par M. Delesse.

J'ai analysé des globules extraits d'une variolite qui se trouve à 2 kilomètres au sud du village du Mont-Genèvre; ils étaient vert-grisâtres, à éclat un peu gras et pétro-siliceux; ils paraissaient bien homogènes. Leur densité, égale à 2,923, était supérieure à celle d'aucun feldspath connu. J'ai trouvé pour leur composition: *silice*... 56,12; *alumine*... 17,40; *oxyde de fer*... 7,79; *oxyde de chrome*... 0,51; *oxyde de manganèse*... traces; *chaux*... 8,74; *magnésie*... 3,41; *soude*... 3,72; *potasse* .. 0,24; *perte au feu*... 1,93; somme = 99,86.

Par leur grande teneur en oxyde de fer et en magnésie, et par leur faible teneur en alumine, eu égard à la quantité de silice qu'ils renferment, ces globules s'éloignent tout à fait de la composition des feldspaths cristallisés qui ont été analysés jusqu'à présent; cependant, à cause de la présence des alcalis, je pense qu'on doit les rapporter à un feldspath. L'analyse précédente montre que ce feldspath renferme beaucoup plus de soude que de potasse, et par conséquent il y a lieu de le regarder comme appartenant au sixième système; c'est ce qui résulte aussi de l'étude de la variolite sur le terrain, car, d'après MM. Cordier, Élie de Beaumont et Sc. Gras, on la voit généralement passer à une euphotide, et par conséquent elle doit, comme cette dernière roche, avoir pour base un feldspath du sixième système. Les globules de la variolite n'ont d'ailleurs pas une composition constante, et dans un même globule ayant une structure concentrique les parties blanchâtres ou blanc-verdâtres se rapprochent le plus de la composition d'un feldspath, tandis que les parties violacées ou grises, qui sont plus riches en fer, s'en éloignent au contraire très notablement.

Divers géologues ont admis, sur l'autorité d'Haüy, que la couleur verte de la variolite, de même que celle d'un grand

nombre d'autres roches, est due à de l'amphibole microscopique; il est d'ailleurs assez naturel de l'attribuer à du diallage, car la variolite est associée à de l'euphotide, dont elle paraît n'être qu'une dégradation : je n'ai cependant observé ni des cristaux d'amphibole ni même des cristaux de diallage dans la variolite proprement dite : il est bien vrai que sa couleur verte résiste à l'action répétée de l'acide chlorhydrique bouillant, comme cela aurait lieu si elle était due à l'un ou à l'autre de ces deux minéraux; mais la substance verte colorante est toujours plus facile à rayer que l'amphibole et que le diallage, et je pense que le plus généralement elle n'est autre que la pâte elle-même. La variolite de la Durance contient du reste, comme l'euphotide, de la serpentine ou une matière serpentineuse, et M. Élie de Beaumont a même observé son passage à une serpentine bien caractérisée.

Elle renferme aussi des carbonates, qui se dissolvent dans l'acide acétique, et d'autres qui ne font effervescence qu'avec l'acide chlorhydrique.

On y observe souvent de la pyrite de fer et quelquefois un peu de fer oxydulé.

Parmi les minéraux ayant rempli des filons ou des fissures dans la variolite, on peut surtout citer l'épidote vert-pistache ou vert-jaunâtre. Elle est fréquemment associée avec le quartz, qui se montre aussi en filets isolés. Il y a encore de la chaux carbonatée blanche et spathique, ainsi que de la chlorite ferrugineuse vert-foncé. L'épidote, le quartz, la chaux carbonatée et la chlorite forment quelquefois de petites amygdaloïdes, isolées dans la pâte de la roche, et ont même rempli les cavités arrondies et produites par le retrait dû à la cristallisation qui se trouvaient dans l'intérieur des globules. Il importe de remarquer que les minéraux des filons ou des amygdaloïdes diffèrent complétement des globules feldspathiques par leur constitution minéralogique et chimique, aussi bien que par leur mode de formation.

En effet, les globules ont une structure cristalline incomplétement développée; ils contiennent des alcalis, comme la pâte de la roche à laquelle ils sont le plus généralement soudés, et dans laquelle ils se fondent même quelquefois d'une manière insensible; de plus, ils se sont formés en même temps que cette pâte, dont ils ont à peu près la composition chimique.

Les minéraux des filons et des amygdaloïdes ont au contraire une structure cristalline bien développée et entièrement indépendante de celle de la masse de la roche; lors même que plusieurs d'entre eux se trouvent réunis dans des fentes microscopiques, ils

sont cependant toujours séparés les uns des autres, et surtout de la pâte, d'une manière très nette; ils ne contiennent pas d'alcalis, et leur composition chimique, qui est simple, est toute différente de celle de la pâte; les forces de cristallisation qui leur ont donné naissance n'étaient donc pas gênées, comme elles l'étaient dans la masse de la roche, mais elles ont dû agir lentement, et, de plus, postérieurement à la cristallisation de cette masse: il n'est pas rare, en effet, de voir un globule coupé et déplacé par un filon d'épidote de quartz ou de chaux carbonatée.

On peut donc conclure de ce qui précède que la formation des globules, qui donnent à la roche sa structure variolitique, est antérieure à la formation des minéraux qui se sont développés dans les amygdaloïdes.

Bien que la variolite de la Durance soit riche en oxyde de fer, elle est très réfractaire; elle l'est autant et même plus que les granites riches en quartz, car, lorsqu'elle est pulvérisée, un séjour de dix-huit heures dans un four de verrerie l'amène seulement à l'état pâteux et la transforme en un verre couleur de bouteille, qui contient des bulles nombreuses.

On peut voir par les analyses que j'ai faites que si la variolite est réfractaire, cela ne tient pas, comme pour les granites, à une forte teneur en silice, mais bien à une faible teneur en alcalis, à laquelle vient encore s'ajouter, pour la masse de la variolite, une teneur assez élevée en magnésie.

Dans des recherches antérieures j'ai constaté que, dans les roches feldspathiques à deux éléments, dont le feldspath n'a pas une teneur en silice supérieure à celle du labrador, l'attaque par l'acide chlorhydrique bouillant dissout à peu près un tiers de la roche; il en est de même pour la variolite. En effet, en l'attaquant après porphyrisation par l'acide hydrochlorique bouillant, j'ai obtenu un résidu formé de silice et de matière incomplétement attaquée, qui pesait 67,25 pour 100; 32,75 représentent donc les bases dissoutes par l'acide, ainsi que l'acide carbonique et l'eau de la roche: le résidu renfermait d'ailleurs 28,08 de silice et 39,17 de matière incomplétement attaquée.

L'analyse m'a donné pour la composition moyenne de cette variolite de la Durance:

Silice	52,79
Alumine	11,76
Oxyde de chrome	traces
Protoxyde de manganèse	traces
Protoxyde de fer	11,07
Chaux	5,90
Magnésie	9,01
Soude	3,07
Potasse	1,16
Perte au feu	4,38
Somme	99,14

En calcinant la variolite sur la lampe à alcool, j'ai obtenu une perte qui était seulement de 2,35 pour 100; il est probable que la différence 4,38 — 2,35 = 2,03 correspond à peu près à l'acide carbonique du carbonate mélangé.

J'ai trouvé du chrome dans la variolite de la Durance, mais en quantité moindre que dans les globules de la variolite du mont Genèvre; c'est sans doute au chrome combiné dans sa pâte que la variolite doit sa belle couleur verte.

Quoique la masse de la variolite qui a été analysée fût presque entièrement formée de globules, sa teneur en silice, qui est à peu près celle de ses globules, est cependant notablement moindre que celle des globules, plus gros, analysés précédemment: la composition des globules de la variolite n'est donc pas plus constante que celle du fedspath, qui forme la base de l'euphotide, et tout porte à croire que leur teneur en silice peut varier dans les mêmes limites que celles de ce feldspath.

Si on compare d'ailleurs la composition moyenne de la variolite à celle des globules analysés précédemment, on voit qu'elle en diffère surtout en ce qu'elle contient plus de magnésie et plus d'oxyde de fer; et on pouvait prévoir ce résultat, car, dans toutes les roches, ces deux bases ont été repoussées dans la pâte par la cristallisation du feldspath.

D'un autre côté, comme la teneur en alcalis est à peu près la même dans les deux analyses, on peut en conclure que la masse de la variolite est formée par une pâte feldspathique à peu près aussi riche en alcalis que les globules. Dans des recherches antérieures j'ai déjà constaté qu'il en était de même pour les porphyres en général, et notamment pour les mélaphyres, car leur pâte ne contient guère moins d'alcalis que le labrador, qui y a cristallisé. Il est d'ailleurs facile de concevoir que les différences sont d'autant

moins grandes que la roche a une structure moins cristalline; par conséquent elles doivent être très petites dans la variolite, qui est en quelque sorte la limite des roches cristallines, car elle représente le dernier degré de dégradation de la structure porphyrique.

M. Élie de Beaumont demande à M. Delesse quelle différence existe entre la protogine et le granite.

M. Delesse répond que cette différence est extrêmement légère.

M. Élie de Beaumont fait observer combien il est remarquable qu'il y ait autant d'analogie de composition chimique entre deux roches qui ont un aspect aussi différent. On a sans doute attribué involontairement dans la détermination des roches une trop grande importance à certains minéraux très évidents, comme le mica.

M. Rivière croit difficilement à la présence de l'oligoclase dans le granite : il avait toujours considéré l'orthose comme étant la base de cette dernière roche.

M. Delesse répond que l'orthose peut co-exister, dans les granites et syénites, avec des feldspaths beaucoup moins silicatés, tels que l'oligoclase, l'andésite, etc.

M. Delanoüe pense que si l'on pouvait appliquer l'analyse chimique à des masses très considérables de roches ignées, telles que granites, amphibolites, etc., on pourrait, en concentrant certains résidus, y retrouver des corps qui n'y sont sans doute qu'en proportions très minimes, tels que le cobalt, le nickel, le tantale, etc. C'est ainsi qu'en lavant les granites décomposés du Limousin, il y a trouvé du nickel, du cobalt, du zinc.

M. Élie de Beaumont reconnaît que ce serait une voie de recherches très intéressantes. Ainsi, pour l'argent, il existe un moyen parfait d'extraction, la coupellation : aussi MM. Malaguti et Durocher ont trouvé ce métal jusque dans les eaux de la mer.

Le secrétaire donne lecture des deux notes suivantes de M. Daubrée.

Observations sur les Alluvions anciennes et modernes d'une partie du bassin du Rhin; par M. A. Daubrée.

Parmi les observations sur les alluvions anciennes et modernes du Rhin, qui se trouvent consignées dans le mémoire dont j'ai l'honneur de présenter un extrait à la Société, je signalerai ici les suivantes :

Transport des matériaux qui s'opère journellement dans le lit du fleuve.

Quand un banc ou une île sont composés de cailloux à leur partie supérieure, leur disposition présente un caractère constant, particulièrement vers l'amont du banc. Les cailloux sont imbriqués les uns sur les autres, à la manière des écailles de poissons ou des tuiles d'un toit. Les grands axes de ces cailloux, dont beaucoup se rapprochent de la forme d'un ellipsoïde aplati, sont normaux à la direction du courant d'eau qui les a apportés. Il n'est pas rare de pouvoir suivre sur un même banc, au moyen de cet indice, cinq ou six directions de courants ou de contre-courants.

L'imbrication des cailloux ne s'observe pas dans l'intérieur du banc de gravier, au moins dans toute l'épaisseur qui correspond à une crue unique. Les différents galets ainsi imbriqués à la surface d'un banc, lorsqu'ils sont aplatis en forme de disque, ont chacun leur grande section principale très sensiblement inclinée par rapport à l'horizon; cette inclinaison va à 15 ou 20 degrés.

Quant à ceux de ces cailloux qui ne sont pas des ellipsoïdes de révolution, ils offrent aussi dans leur arrangement un caractère mathématique, bien qu'il ne soit pas aussi sensible à la première vue que le caractère de l'imbrication. Les cailloux irréguliers sont généralement placés de telle sorte que leur centre de gravité soit plus près de l'avant que de l'arrière; cela résulte de ce que la résistance due au liquide retarde plus la pointe du petit bout que le gros bout dont la surface est moindre proportionnellement à sa masse. C'est d'après le même principe que le fer d'une flèche se dirige toujours à l'avant de la penne.

C'est particulièrement à la suite des crues que les bancs s'accroissent. Il est très rare qu'une crue qui a amené du gravier sur une île y dépose, pendant la même période, du sable pur ou du limon sableux, à moins toutefois que pendant ce laps de temps il ne se soit produit un changement notable dans la forme du thalweg.

Ainsi, quand on trouve, dans la section d'une île, une succession de ces deux sortes de matériaux qui se poursuivent horizontalement sur quelques dizaines de mètres, on peut être à peu près sûr que ces dépôts ont été formés à la suite de crues différentes.

Mais lors même qu'un atterrissement ne contient que du gravier, ce qui est le cas le plus général, on peut encore compter très approximativement le nombre des crues auxquelles il doit ses accroissements successifs; car la surface d'un banc, pendant chaque période d'arrêt, est toujours formée de gravier bien purgé de sable et de menus cailloux, tandis qu'au contraire le gravier situé au-dessous de cette croûte superficielle qui a été lavée est toujours fort mélangé de menus débris. Il n'est pas besoin d'un œil bien exercé pour suivre les lits d'accroissements d'un banc, à l'aide de lignes de cailloux purgés de sable. C'est d'après la considération précédente que l'on pourra souvent reconnaître si un dépôt formé par d'anciens cours d'eau a été charrié en une seule fois ou en plusieurs.

Comme exemple des frottements journaliers que les cailloux exercent et subissent, je citerai seulement le fait suivant. Des pieux de sapin qui avaient été enfoncés dans le Rhin, au pont d'Huningue, en 1842, pour la défense des rives, en furent extraits au mois d'octobre 1845. Ces pieux, dont la section était primitivement un carré de 4 décimètres de côté, portaient des corrosions profondes, et ces corrosions s'élevaient jusqu'à 1 mètre et $1^{m},50$ du fond de l'eau. Quelques uns des pieux dont il s'agit étaient, vers l'amont, rongés sur les 2/3 de leur section, et certains cailloux se trouvaient si solidement enchâssés dans les cavités qu'ils avaient creusées, qu'il n'était pas facile de les en retirer.

Les formes des cailloux, tout irrégulières qu'elles paraissent, se rapportent à un certain nombre de types dont chacun correspond à des modes d'usure différents; par un examen attentif, il serait souvent possible de faire, pour chacun d'eux, l'histoire des mouvements dans lesquels ils ont été usés. Les cailloux arrondis par le balancement des eaux de la mer ou des lacs se rapprochent habituellement plus du *type sphéroïdal* que les cailloux usés dans les eaux courantes; on ne trouve pas, dans les galets marins, les formes plates ou discoïdes en aussi grande abondance que dans e gravier du Rhin. Aussi les cailloux qui constituent les poudingues tertiaires, ceux du grès vosgien, du terrain houiller, etc., diffèrent par leur physionomie générale des galets des alluvions anciennes et modernes.

Outre les sels que le Rhin tient en dissolution, il charrie presque

sans cesse du limon. La proportion du limon qu'il contient à Kehl varie par litre, d'après les déterminations que j'ai faites, de 0gr,005 à 1 gramme, c'est-à-dire que l'eau renferme de 0,000,005 à 0,001 de son poids de limon. La quantité totale de limon qui a passé à Kehl du 16 janvier 1848 au 16 janvier 1849 est d'environ 1,222,455 mètres cubes, c'est-à-dire égale au volume d'un cube de 104 mètres de côté; pendant les 15 et 16 janvier seulement, cette quantité a atteint 118,320 mètres cubes par jour. Le volume annuel de limon réparti sur toute la partie du bassin dont il peut provenir, c'est-à-dire de la superficie située à l'aval des lacs de la Suisse et à l'amont de Strasbourg, formerait une pellicule de 0,06 millimètres, c'est-à-dire une couche de 6 millimètres par siècle.

Dépôts diluviens ou alluvions modernes.

A son entrée dans la plaine, aux environs de Bâle, le Rhin coule entre des terrasses formées d'un gravier de même nature que celui qu'il roule encore, mais qui est à une hauteur bien supérieure au niveau du fleuve actuel. Une certaine fraction de ces cailloux provient des Vosges, de la Forêt-Noire et du Jura; mais la plus grande partie est d'origine alpine.

Sur le prolongement d'une terrasse qui est supérieure de 6 mètres aux plus hautes eaux actuelles est bâti le village de Saint-Louis, sur la frontière de France. Une autre terrasse élevée de 8 mètres au-dessus de la précédente, et de plus de 15 mètres au-dessus des plus hautes crues, supporte Bourgfelden. Les dépôts élevés de gravier sur lesquels Bâle même est bâtie sont la continuation de ces terrasses vers le sud. Dans ces terrasses, les talus qui regardent le cours d'eau varient de 12 à 20 degrés.

Si l'on s'avance de Bâle vers le nord, en suivant la rive gauche du Rhin, on voit la terrasse de Bourgfelden perdre graduellement sa saillie et se fondre dans la plaine voisine à 5 kilomètres de son origine. Quant à la terrasse inférieure, celle de Saint-Louis, elle se prolonge très distinctement vers le nord, en côtoyant le Rhin actuel jusqu'au Mortier, près de Neufbrisach. La hauteur de cette terrasse au-dessus du fleuve, qui, près de Bâle, est d'environ 8 mètres au-dessus des plus hautes eaux, décroît graduellement, et finit par se réduire à peu près à zéro, c'est-à-dire que sa trace se perd non loin de Neufbrisach, dans un gravier de très peu supérieur aux plus fortes crues contemporaines. La longueur de la terrasse diluvienne, qui s'étend avec continuité de Bâle à Neuf-

brisach, est donc de 51 kilomètres. Il est d'autant plus facile de suivre pas à pas la terrasse de la rive gauche dont il est question, que la plupart des villages voisins du Rhin ont été avec raison construits sur cette plate-forme naturelle, de manière à dominer la plaine submersible. La route de Bâle à Neufbrisach, qui remonte à l'époque de l'occupation romaine, a aussi été établie sur cette longue plate-forme, à peu de distance de sa limite orientale.

La rive droite du Rhin présente une ligne de terrasses qui forme la contre-partie du rideau de la rive gauche. La hauteur des deux terrasses, prise dans une même section normale au cours du fleuve, est sensiblement la même sur les deux rives; seulement il arrive que l'une d'elles se dédouble sur quelques points en deux gradins, sans que l'opposée présente le même accident; c'est un fait dont il est facile de se rendre compte. Une ligne de villages badois est construite sur cette terrasse, dans une position toute semblable à celle des villages français.

Les deux longues terrasses entre lesquelles le Rhin fait son entrée dans la plaine comprise entre les Vosges et la Forêt-Noire, terrasses qui forment comme la continuation de celles de la haute vallée du fleuve, disparaissent sans retour à la hauteur de Kaiserstuhl et de Neufbrisach. A l'aval, c'est-à-dire au nord de ces deux points jusque vers Manheim, nulle part je n'ai vu de terrasses formées par l'*ancien gravier du fleuve*.

On remarque, il est vrai, encore le long du fleuve, par exemple à Munchhausen, entre Seltz et Lauterbourg, des terrasses formées de limon et de sable avec cailloux que l'on a assimilées aux terrasses de la haute vallée du Rhin; mais elles sont d'une autre nature. Ces terrasses ou collines, qui forment une bordure le long des alluvions modernes, consistent, soit en lœss alpin, comme on l'observe de Strasbourg à Reichstett, de Weyersheim à Gries, ou près de Motheren et de Munchhausen, soit en sables et argiles de l'époque tertiaire supérieure et en gravier charrié des Vosges ou de la Forêt-Noire, comme entre Bischwiller et Seltz.

Au nord de Colmar, le gravier du Rhin ne s'élève donc qu'insensiblement et d'une faible quantité au-dessus des plus hautes eaux actuelles. Aux environs de Strasbourg, par exemple, on trouve du gravier alpin dont le dépôt remonte sans aucun doute à une époque antérieure à l'époque actuelle, puisqu'il est recouvert par le lœss. Or, la surface du gravier ancien qui supporte une couche épaisse de limon diluvien a le même niveau que les alluvions modernes. Ce dernier fait montre que le puissant dépôt de

gravier de la plaine, bien qu'il soit susceptible d'être recouvert par les alluvions modernes, doit être considéré comme ayant été charrié, pour la plus grande partie, à une époque antérieure au régime actuel. Ceci est particulièrement certain pour le gravier qui se trouve au-dessous d'une profondeur de 8 ou 10 mètres.

Entre les deux longues terrasses qui s'étendent à l'aval de Bâle est comprise une plaine extrêmement unie, large de 3 à 7, et moyennement de 4 kilomètres, dans laquelle le Rhin se démembre en de nombreuses ramifications; c'est aussi dans ce *Rieth* qu'ont eu lieu toutes les divagations du fleuve depuis les temps historiques, et même depuis qu'il a pris son régime actuel; mais jamais il n'a dépassé les deux digues que lui-même il s'est tracées en creusant son lit.

En une multitude de localités, et à 2 ou 3 kilomètres du thalweg actuel, on trouve des sillons tortueux qui ont été évidemment le lit d'anciens bras du Rhin, et que les habitants du pays reconnaissent immédiatement pour tels; quelques uns de ces bras du Rhin, bien qu'entièrement séparés aujourd'hui du fleuve, sont encore arrosés par de petits cours d'eau qui y prennent naissance par des infiltrations souterraines.

A Rheinwiller et à l'amont de ce village, le gravier ancien du Rhin est superposé à la mollasse tertiaire qui affleure sur plus de 2 kilomètres, le long du fleuve. Vers son contact avec le terrain tertiaire, le gravier renferme beaucoup de gros blocs de grès mollasse et de nagelfluhe, les uns anguleux, les autres légèrement arrondis. Ces blocs, d'un volume de 10 à 15 décimètres cubes, sont enfouis au milieu de cailloux arrondis, à 2 mètres ou $2^{m},50$ de hauteur au-dessus de la couche dont ils ont été détachés; quelques uns reposent encore sur le grès mollasse, comme s'ils n'avaient été que faiblement remaniés. La surface du grès mollasse a été très inégalement labourée.

Par suite des inégalités du sol, le diluvium a une épaisseur très inégale aux environs de Bâle. Sur quelques points, sa puissance dépasse 20 mètres, mais ailleurs il se réduit à zéro; car on aperçoit les couches tertiaires auxquelles il est superposé.

Près de Billingen le gravier incohérent passe graduellement à un poudingue très résistant, dont l'aspect rappelle tout à fait le nagelfluhe tertiaire, à cette différence près, que les cailloux quartzeux prédominent dans le poudingue diluvien. Ce poudingue est assez solide pour former une corniche de 10 mètres d'épaisseur et de $3^{m},50$ de saillie, au pied de laquelle le fleuve bat en brèche sans la démolir rapidement. A Bâle, on voit dans le Rhin même

un conglomérat très solide aussi, qui s'est formé au pied d'une tour construite au XIVe siècle.

Nulle part, dans les terrasses de la plaine du Rhin, je n'ai trouvé de blocs erratiques, comme on en rencontre dans le bassin du Rhône, aux environs de Lyon. Cette absence concorde avec l'observation faite par M. Guyot, que les blocs erratiques du bassin du Rhin ne dépassent pas l'Alpe du Wurtemberg (1). On ne trouve dans ces terrasses que des cailloux qui seraient facilement transportables par le Rhin actuel.

La pente des deux plates-formes de gravier qui s'étendent de Bâle à Brisach, au lieu d'être uniforme, diminue rapidement de l'amont vers l'aval; la courbure de leur profil ressemble à une cycloïde très aplatie, dont l'axe serait horizontal et la concavité tournée vers le ciel. Il est facile de calculer la pente moyenne de ces plates-formes, leur hauteur au-dessus du Rhin, près de Bâle, étant de 30 mètres, et la distance de Bâle à Brisach de 51 kilomètres. L'inclinaison moyenne de cette surface est de 0,00058 par rapport au lit actuel du fleuve; par rapport à l'horizon l'inclinaison de la même surface est de 0,00127 ou de 4 minutes 14 secondes.

Cette dernière valeur doit représenter approximativement la pente du cours d'eau *final*, qui a coulé sur la surface des terrasses avant de s'y creuser un lit plus profond. La pente dont il s'agit, quoique inférieure à celle de beaucoup de petites rivières, telles que la Zorn (2), est plus forte que celle de presque tous les grands cours d'eau qui coulent hors des montagnes. La pente du fleuve Saint-Laurent entre le saut du Niagara et le lac Ontario est, il est vrai, supérieure de 1 minute 4 secondes à celle de l'ancien cours d'eau précurseur du Rhin actuel; mais il importe d'observer, comme différence essentielle, que le fleuve américain, au lieu d'avoir un lit mobile, coule sur des rochers plus ou moins solides.

Si l'on juge du régime du cours d'eau dont nous venons d'étudier l'ancien lit, conformément aux lois d'après lesquelles les rivières étendent aujourd'hui leurs atterrissements, nous sommes amenés à conclure, contrairement à la première impression que produisent les imposantes terrasses diluviennes, que le cours d'eau

(1) Guyot, *Note sur le bassin erratique du Rhin* (*Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neufchâtel*, mai et décembre 1845).

(2) Voir le tableau des pentes, placé à la suite du mémoire sur l'Etna, de M. Élie de Beaumont; *Annales des mines*, 3e série, t. X, p. 573.

final auquel elles doivent le *modelé de leur surface supérieure* aux environs de Bâle, quoique ayant une pente supérieure à celle du Rhin actuel, avait une vitesse inférieure ou au plus égale à celle de ce fleuve. L'influence d'une plus forte pente du sol était sans doute rachetée par une moindre profondeur, parce que cet ancien courant s'étendait sur une largeur de plus de 10 kilomètres, au lieu d'être concentré, comme il l'est aujourd'hui, dans un lit unique. Il faut bien observer que cette déduction s'applique seulement à la dernière phase du dépôt qui nous occupe, phase qui peut avoir été précédée par le passage de violents cours d'eau.

Au-dessous du Kaiserstuhl, la basse plaine du Rhin ou Rieth présente dans toute son étendue une uniformité frappante, si l'on fait abstraction des rigoles naturelles ou artificielles qui la traversent; car, sur une largeur habituelle de 20 à 30 kilomètres, cette plaine ne dépasse pas le niveau le plus élevé que le Rhin ait atteint dans le voisinage depuis les temps historiques. Quelque peu élevée que soit cette plaine au-dessus du niveau du fleuve, beaucoup de villes et de nombreux villages y sont établis. Le sol de Strasbourg, par exemple, sur plus des trois dixièmes de sa superficie, serait submersible, si rien ne mettait obstacle aux eaux du Rhin; aussi les divagations que le Rhin a faites dans cette large plaine depuis les temps historiques, tant à droite qu'à gauche de son cours actuel, sont-elles nombreuses et étendues.

Toutes ces divagations ont eu lieu sans que le niveau général du lit du Rhin ait sensiblement varié; car le terrain tertiaire près de Bâle et le schiste de transition près de Bingen, qui l'un et l'autre se montrent à nu au fond du Rhin, constituent deux repères qui annoncent que le fleuve n'a pas exhaussé son lit dans ces points extrêmes. D'un autre côté, si le lit du Rhin avait été creusé, c'est-à-dire, si ce lit avait été seulement de 2 mètres plus élevé à ses eaux moyennes pendant la période romaine, les nombreuses villes de la plaine, telles que Seltz, n'auraient pas été habitables. Ainsi le Rhin, depuis qu'il a à peu près fixé la forme de son lit dans le sens vertical, a continué à faire des divagations considérables suivant la projection horizontale, et aujourd'hui encore ses excursions seraient bien plus grandes si des travaux d'art n'y mettaient obstacle. Telle est d'ailleurs l'histoire générale des cours d'eau.

Non seulement le gravier de la plaine, pris loin du lit actuel du Rhin, ne dépasse pas en grosseur celui que le fleuve roule dans le voisinage, mais il est même à remarquer que, dans cet ancien gravier, les gros cailloux ne sont ni aussi volumineux, ni aussi communs que dans le Rhin. Cette différence tient sans doute à ce

que le courant actuel, en raison même de son rétrécissement, est plus rapide que celui qui a présidé à la formation de la plus grande partie de la plaine, ce qui est d'accord avec l'observation faite plus haut sur les anciennes terrasses des environs de Bâle.

L'or, sous forme de petites paillettes, est disséminé dans tout le gravier de la plaine du Rhin, même en dehors du lit actuel; cet or provient sans doute des Alpes, où il se trouvait disséminé dans des quartzites et peut-être aussi dans des roches amphiboliques. Après les détails que j'ai donnés ailleurs à ce sujet, il n'y a pas lieu de s'en occuper ici (1).

Les terrasses qui bordent le cours supérieur du Rhin ne sont pas particulières au fleuve; la plupart des rivières qui y affluent du Jura, de la forêt Noire ou des Vosges, sont aussi bordées en dehors des montagnes, comme dans le haut de leur cours, de terrasses qui se relient à celles du Rhin.

Le long de la Byrse, qui descend de la chaîne du Jura et qui se jette dans le Rhin, près de Bâle, les terrasses, près de cette dernière ville, au lieu de se composer de débris alpins, sont presque entièrement composées de calcaire jurassique, comme le gravier que cette rivière charrie encore dans le haut de son cours.

Aux environs de Bâle, le gravier du Jura est nettement superposé au gravier alpin partout où l'on peut observer une relation entre ces deux dépôts.

Si l'on passe le Rhin pour se diriger vers la vallée de la Wiese, on ne trouve dans les hauts talus de gravier, au milieu desquels coule cette rivière au sortir de la Forêt-Noire, que des cailloux qui proviennent certainement de cette chaîne de montagnes. Mais, dès que l'on s'écarte de la rivière vers le nord ou vers le sud, les cailloux alpins deviennent plus abondants; dans la gravière de Léopoldshoche, qui n'est qu'à 2 kilomètres de la Wiese vers le nord, on trouve principalement des cailloux des Alpes avec quelques galets de la Forêt-Noire, tels que les granites. Le diluvium de diverses rivières du versant méridional de la Forêt-Noire est aussi superposé au gravier du Rhin.

Beaucoup de rivières en quittant les Vosges pour descendre vers le Rhin coulent entre des atterrissements qui ressemblent aux terrasses des bords de la Byrse et de la Wiese. Le plus ordinairement, les collines entre lesquelles coulent les rivières au sortir des mon-

(1) *Mémoire sur la distribution de l'or dans la plaine du Rhin et sur l'extraction de ce métal.* (*Annales des mines*, 4e série, t. X, p. 3, et *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. III, p. 458.)

tagnes sont formées, jusqu'à 10, 20 et 25 mètres au-dessus du cours d'eau, de sable et de cailloux des Vosges. Ce dépôt s'élargit ordinairement à partir des montagnes, de manière à présenter la forme de deltas de fleuve. Cette disposition est frappante pour la Zorn, la Lauter et la Moder; l'atterrissement de cette dernière rivière atteint 12 kilomètres de largeur.

Les atterrissements sablonneux sont tantôt modelés sous forme de collines très surbaissées et à pentes douces, comme on le voit près de Pfaffenhoffen; tantôt ils sont disposés en terrasses bien régulières, telles que celles qui bordent la Zinzel, près de Mertzwiller, ou la Moder entre Neubourg et Haguenau. Il n'y a pas toujours symétrie sur les deux parois du vallon; c'est généralement sur la paroi opposée aux anses concaves que ces dépôts sont le plus puissants, et que les matériaux qui les composent sont surtout grossiers. Ces dépôts s'amincissent graduellement et se terminent ordinairement par des cailloux très clairsemés.

La superposition du diluvium des Vosges au diluvium alpin s'observe aussi en divers points.

La relation du gravier ancien du Rhin par rapport au gravier diluvien des rivières qui descendent du Jura, de la Forêt-Noire et des Vosges, nous amène à conclure que l'époque de la formation des chaînes de montagnes n'a pas eu d'influence sur l'âge des dépôts diluviens qui en rayonnent, puisque le gravier diluvien de ces trois dernières chaînes de montagne n'est pas moins ancien que celui qui a été charrié des Alpes.

Il est à remarquer que les cailloux diluviens des Vosges et de la Forêt-Noire sont en général bien moins complétement arrondis que les galets du Rhin, en comprenant même dans ceux-ci les galets de quartzite. Ce fait peut être vérifié dans toutes les vallées méridionales, telles que celles de la Thur, de Massevaux, de Giromagny, de Munster, de Villé, etc. Les galets qui proviennent de la destruction du grès des Vosges, et qui étaient arrondis avant d'entrer en circulation, ne peuvent évidemment servir de terme de comparaison.

On reconnaît ainsi comme très probable que les quartzites et les autres roches très dures des alluvions du Rhin n'auraient pas pris la forme de cailloux parfaitement arrondis, forme qu'ils ont même dans le haut du bassin, au-dessus de Bâle, si ces débris de roches n'avaient fait que descendre des montagnes en frottant les uns contre les autres dans un cours d'eau tel que le Rhin. On est amené à conclure, ou bien que ces cailloux ont subi pendant l'époque diluvienne ou erratique des frottements plus violents que

ceux qu'ils éprouvent dans le roulis actuel du fleuve, ou bien que ces mêmes cailloux avaient été préalablement arrondis dans des lacs ou dans la mer, à l'époque tertiaire, lorsqu'ils sont entrés en circulation dans les eaux courantes.

Le sable et le gravier des Vosges qui bordent les rivières passent en beaucoup de points à un limon jaunâtre souvent sablonneux qui recouvre les plateaux. C'est un limon semblable à celui qui couvre de vastes étendues dans l'intérieur de la France. Tantôt le passage du limon aux cailloux se fait graduellement, comme aux environs de Gumbrechthoffen, tantôt le passage est plus brusque. Lors même qu'il couvre de grandes étendues, le limon est peu épais; il n'a quelquefois que 2 ou 3 décimètres d'épaisseur, et dans ce cas, on pourrait quelquefois croire qu'il résulte simplement de la désagrégation du lias qu'il recouvre souvent, s'il n'était pas mélangé de sable et de cailloux des Vosges.

Parmi les dépôts de transport de la vallée du Rhin, le plus frappant pour l'observateur, tant par son développement que par l'altitude considérable qu'il occupe au-dessus des cours d'eau actuels, est le limon sableux connu sous le nom de *lœss* ou de *lehm*. Ce dépôt a déjà été trop souvent décrit pour qu'il soit nécessaire d'en parler ici. Cette vaste traînée, qui s'étend dans le bassin du Rhin avec une physionomie si uniforme jusqu'au delà de Cologne, se rencontre déjà près du lac de Constance. Il paraît que le lœss du bassin du Rhône, qui est très semblable à celui-ci, prend naissance vers le lac de Genève, c'est-à-dire aussi non loin de la limite des Alpes, et dans une position topographique qui rappelle les environs de Constance.

Outre les dépôts de gravier et de limon dont il vient d'être question, dépôts qui ont été évidemment apportés par les eaux courantes, il existe dans plusieurs régions de la vallée du Rhin des accumulations de blocs et de gros matériaux que l'on comprend particulièrement sous le nom de dépôts erratiques. Dans le département du Bas-Rhin, par exemple, près d'Obernay, d'Otrott-le-Bas, de Saint-Nabor, d'Epfig, de Blienschwiller, d'Itterswiller, de Neufbois, etc., on rencontre de ces dépôts qui n'ont pas été encore signalés; afin d'éviter un double emploi, je renvoie pour leur description à un autre travail qui paraîtra bientôt. Je ferai seulement observer ici que ces accumulations de gros blocs sont antérieures au dépôt de lœss, ainsi qu'on le reconnaît dans la colline d'Epfig.

L'examen des dépôts diluviens fournit quelques données sur les phases par lesquelles la vallée du Rhin a passé, depuis que les dé-

pôts tertiaires marins et lacustres ont été mis à sec, jusqu'à l'époque actuelle.

Dans de nombreuses localités, on peut constater que le lœss est superposé au gravier diluvien des Vosges, de la Forêt-Noire, des Alpes, du Jura et du Kaiserstuhl; de plus, il existe souvent une séparation très nette entre le limon et ce gravier. La superposition du lœss au gravier ancien n'est d'ailleurs pas limitée au bassin du Rhin. M. de Morlot signale une disposition semblable dans le bassin du Danube, par exemple, près de Lintz (1). Déjà, antérieurement au dépôt du lœss, des cours d'eau descendant de toutes les chaînes voisines du bassin, après avoir emporté une partie des terrains tertiaires qui comblaient le milieu de la vallée, ont déposé des quantités considérables de cailloux.

Le dépôt de ces puissants atterrissements graveleux correspond probablement à une longue période pendant laquelle, par suite de circonstances climatériques différentes, et peut-être aussi parce qu'une végétation bien développée ne protégeait pas encore l'épiderme des continents, les dégradations dues aux agents atmosphériques étaient considérables. Dans beaucoup de petits vallons des Vosges, on trouve des atterrissements qui ne sont probablement autre chose que des lits de déjection de torrents éteints depuis une époque indéterminée; ces petits atterrissements remontent sans doute à la même période que les dépôts de gravier plus étendus.

Le grand charriage auquel le lœss doit son dépôt succéda à ce premier état de choses, et les atterrissements précédents furent partiellement recouverts par le lœss, qui s'étend moyennement à plus de 60 mètres au-dessus du niveau du gravier.

Plus tard, les rivières dont le lit avait subi, par le charriage du lœss, un exhaussement tout à fait anormal, et le Rhin en particulier, travaillèrent immédiatement à creuser de nouveau leur thalweg, en déblayant une partie du limon qui obstruait leur ancien lit. Chaque cours d'eau a laissé des traces évidentes des divagations par lesquelles, après le dépôt du lœss, il a préludé à la formation de son lit actuel. Les gradins qui découpent les terrasses de lœss et celles de gravier, vis-à-vis de presque toutes les vallées de montagnes d'où il sort des rivières, résultent en effet de ces corrosions ultérieures; des cailloux ont été éparpillés sur les terrasses de lœss dont il s'agit, pendant cette troisième période, c'est-à-dire, lorsque ces terrasses servaient de lit à la rivière.

---

(1) *Erlaeuterung zur geologischen karte der nordoestlichen Alpen*, 1847.

Le lœss, surtout peu de temps après sa formation, devait être facilement rongé par les eaux : de là la grandeur des échancrures qui y ont été pratiquées ; l'érosion de la vallée de la Bruche, par exemple, atteint 5 kilomètres de largeur. Il est à remarquer que les érosions au fond desquelles coulent les ruisseaux sont en général d'autant moindres, que ces ruisseaux sont moins volumineux. Le modelé du lœss sous forme de collines et de mamelons isolés, tel que nous le voyons généralement aujourd'hui, paraît donc être en grande partie l'œuvre des cours d'eau qui, depuis l'époque de son dépôt, ont coulé, soit à la surface, soit dans le voisinage de ce limon. Dans la théorie glaciaire, on est conduit à admettre, ainsi que l'ont exposé M. de Morlot et M. Collomb (1), que le lehm n'est autre chose que la boue qui résultait de la trituration opérée par les anciens glaciers sur les roches soumises à leur frottement, boue qui aurait été transportée au loin par les cours d'eau, comme elle l'est aujourd'hui encore par les eaux qui proviennent de la fonte des glaciers actuels.

C'est à la suite des variations dans le régime des eaux courantes, dont nous venons de signaler les preuves, qu'a été modelée la grande plaine basse dans laquelle coule le Rhin. Il résulte de plusieurs nivellements faits avec soin que l'alluvion, considérée dans l'ensemble de la section transversale, et abstraction faite de légères inégalités, est horizontale sur une largeur qui atteint 40 kilomètres. Une telle horizontalité ne pourrait avoir lieu si cette plaine avait été formée, en une seule opération, par l'un des grands cours d'eau qui ont précédé le Rhin actuel ; car un cours d'eau large et rapide se serait creusé dans ce fond mobile un lit dont la section transversale, pas plus que celle du lit des rivières actuelles, ne pourrait présenter de longues lignes régulièrement horizontales. La belle plaine dont il s'agit, aujourd'hui couverte de villes et de villages populeux, a donc été sillonnée et achevée par les dernières grandes divagations du Rhin, lorsque les allures de ce fleuve étaient déjà très voisines de celles qu'il a aujourd'hui. Avant de renoncer à son ancien domaine, le fleuve a superposé au gravier, pendant ses

(1) *Ueber die Gletscher der Vorwelt und ihre Bedentung*. Bern, 1844.

Czizeck, *Erlaeuterungen zur geognostischen karte der Umgebungen Wiens*, 1849.

Collomb, *Quelques observations sur le terrain quaternaire du bassin du Rhin, et des relations d'âge qui existent entre le terrain de la plaine et celui de la montagne.* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. VI, p. 480.)

crues, une couche de limon sableux, sans lequel ce sol, ordinairement si productif aujourd'hui, serait presque stérile; puis, finalement, ses nombreux bras ayant été rapprochés et en partie réunis vers le milieu de la plaine, les eaux, devenues plus rapides, ont approfondi leur lit de telle sorte que des régions de la plaine, primitivement submersibles, sont aujourd'hui assez habituellement à sec pour être couvertes d'une population très dense.

Pour ce dernier travail, la nature a été fortement secondée par la main des hommes depuis les époques les plus reculées. Les travaux de rectification faits seulement depuis trente années entre Knielingen, près de Karlsruhe et de Kehl, ont produit dans le niveau du fleuve des changements que la mobilité du fond ne permet pas de constater directement, mais que l'on peut apprécier en examinant la série des moyennes annuelles des mesures prises chaque jour aux différentes échelles. C'est ainsi que l'on reconnaît qu'à Knielingen, à la suite des travaux entrepris dans le voisinage dans la période de 1817 à 1823, le lit s'est approfondi d'environ $1^m,50$. A Kehl, l'approfondissement a été, dans ces dernières années, de $0^m,60$ au moins; ainsi des puits de Strasbourg, alimentés par des eaux d'infiltration en communication avec le Rhin, qui de mémoire d'homme n'avaient jamais cessé de recevoir de l'eau, ont tari complétement en 1848, et cet état se reproduira encore plus d'une fois pour les puits que l'on n'a pas approfondis alors. Les coupures artificielles, qui raccourcissent considérablement le thalweg, et par conséquent en augmentent la pente, déterminent un accroissement de vitesse, et par suite une érosion plus profonde à proximité des travaux d'art; mais dans les parties éloignées des grandes rectifications, par exemple à Manheim, le niveau du Rhin n'a pas sensiblement varié. On voit donc que les travaux de rectification continuent à dessécher chaque jour la plaine du Rhin qui était jadis très marécageuse, et à y effacer de plus en plus les vestiges du domaine antérieur du fleuve.

Notice sur le gisement du bitume, du lignite et du sel dans le terrain tertiaire des environs de Bechelbronn et de Lobsann (Bas-Rhin); par M. Daubrée.

Les couches tertiaires des environs de Soultz-sous-Forêts présentent, dans un rayon de quelques kilomètres seulement, plusieurs particularités dignes d'intérêt. Ces couches contiennent des gîtes bitumineux sur lesquels sont établies les mines de Bechelbronn et

de Lobsann, et que l'on a aussi exploitées à Soultz-sous-Forêts; en outre, le même terrain renferme du lignite, de l'eau salée et des amas de minerai de fer. Les couches tertiaires dont il s'agit sont immédiatement juxta-posées au chaînon de grès des Vosges qui s'étend de Wissembourg au Liebfrauenberg, le long d'une sorte de falaise rectiligne et escarpée qui doit son origine à une ligne de failles.

Les couches dans lesquelles sont ouvertes les mines de Bechelbronn sont principalement formées de marnes grises ou verdâtres, auxquelles sont subordonnés des lits de sable. Le sable bitumineux, objet de l'exploitation, forme au milieu des sables et grès stériles, des amas aplatis parallèlement à la stratification. Ces amas stratiformes sont fort allongés par rapport à leur largeur, de sorte que, considérés en projection horizontale, ils présentent la forme de longs boyaux. L'épaisseur des amas bitumineux varie ordinairement de $0^m,80$ à 2 mètres, et s'élève tout à fait exceptionnellement jusqu'à 4 mètres; vers les bords, leur épaisseur diminue jusqu'à s'annuler complétement. Il en est qui ont été suivis sur une longueur de 800 mètres, avec une largeur moyenne de 30 mètres, qui accidentellement s'élevait jusqu'à 60 mètres. Pour abréger, nous donnerons à ces amas stratiformes le nom de *veines*, qui convient d'ailleurs mieux à leur forme allongée que celui de couches, ainsi que les désignent les mineurs. Les veines s'étendent longitudinalement suivant une direction moyenne qui est parallèle à celle des couches et à celle d'une partie des failles qui limitent le terrain dans le voisinage.

La teneur moyenne du sable en bitume est de 2 pour 100. De la pyrite de fer est mélangée au minerai de bitume. Des lits minces de lignite se rencontrent çà et là dans le terrain.

Les seuls vestiges d'animaux qui jusqu'à présent aient été rencontrés à Bechelbronn sont des coquilles qui se trouvent précisément au milieu d'empreintes de tiges végétales. Ces coquilles sont friables, déformées, et dans un si mauvais état de conservation qu'elles sont difficilement reconnaissables. Elles paraissent appartenir aux genres Bulime, Cyclostome, Hélice, Lymnée et Maillot.

Certaines veines de sable, particulièrement celles qui sont riches en bitume, exhalent de l'hydrogène proto-carboné avec une abondance telle qu'il s'est produit à plusieurs reprises des inflammations dans les travaux. Une détonation de cette nature, survenue le 16 juin 1845 dans la veine Madeleine, et plus violente que toutes celles qui ont eu lieu depuis un siècle, a causé la mort de cinq mineurs. On évite le retour de pareils accidents en ne péné-

trant plus dans les travaux qu'avec la lampe de Davy, et en suspendant l'exploitation pendant l'été, époque à laquelle l'aérage est peu actif. On sait que dans beaucoup d'autres contrées, entre autres dans les Apennins, dans les Karpathes, en Albanie, en Crimée, sur les bords de la mer Caspienne, du gaz inflammable se dégage aussi des gîtes de pétrole et de bitume.

Des veines de sable bitumineux semblables à celles de Bechelbronn se retrouvent encore à Soultz-sous-Forêts et à Schwabswiller, village qui est situé à 6 kilomètres au S.-E. de la première localité.

A Lobsann, qui est distant de Bechelbronn d'environ 3 kilomètres, on trouve d'autres couches tertiaires.

Les couches les plus inférieures reconnues dans cette seconde localité consistent en marnes et en grès, auxquels sont subordonnées des couches de sable bitumineux quelquefois exploitables. Cet ensemble de couches a été reconnu par des sondages sur une épaisseur qui dépasse 60 mètres. Dans les couches dont il est question on rencontre quelquefois des débris de coquilles terrestres, entre autres des Hélices. Elles sont le prolongement des couches de Bechelbronn dans lesquelles on exploite aussi le sable bitumineux.

Au-dessus de cet étage marneux sont plusieurs bancs de calcaire d'eau douce, auxquels sont subordonnées des couches minces de lignite. Cet ensemble occupe une épaisseur totale de 5 à 9 mètres. Le calcaire, qui est imprégné de bitume, et qui forme le principal objet de l'exploitation des mines de Lobsann, est subordonné au calcaire gris-clair ; ce dernier cependant répand par le choc la même odeur aromatique que le calcaire bitumineux proprement dit. Ce calcaire est intimement mélangé d'une faible quantité de sulfate de chaux et contient aussi de la pyrite de fer.

La proportion de bitume mélangé au calcaire de Lobsann s'élève à 10, 12 et même jusqu'à 18 pour 100. Le calcaire est donc beaucoup plus riche en bitume que le sable. La même relation de richesse entre le sable et le calcaire bitumineux se retrouve à Seyssel, dans l'Ain.

Il y a une autre différence entre ces deux roches, considérées comme minerai bitumineux. Tandis que les grès de Lobsann et et de Bechelbronn abandonnent à l'eau bouillante à peu près tout leur bitume, le calcaire bitumineux du même terrain, quoique cinq ou six fois plus riche que le grès, ne cède rien à l'eau dans les mêmes conditions; cette dernière circonstance apporte une complication fâcheuse dans l'exploitation du bitume.

Il n'est pas à supposer que dans ces couches de calcaire et de

grès, qui sont si voisines et souvent même contiguës, chaque lit de la première roche ait reçu primitivement une variété de bitume distinct par son degré de consistance de celui qui a imprégné le le grès. La différence entre les deux minerais bitumineux que nous observons aujourd'hui résulte de ce que, par suite d'une action mécanique de capillarité, et probablement aussi par une influence chimique ultérieure, le calcaire a plus abondamment et plus fortement fixé le bitume que ne l'ont fait les roches arénacées.

Un fait remarquable qui peut jeter du jour sur le mode d'arrivée du bitume, c'est que le calcaire bitumineux de Lobsann est souvent saccharoïde ou lamellaire comme le calcaire des terrains cristallisés; il contient en outre de petites cavités tapissées de cristaux rhomboédriques de chaux carbonatée. Cette structure cristalline, bien rare dans les terrains tertiaires qui sont éloignés de toute roche éruptive, contraste avec la cassure compacte habituelle au calcaire d'eau douce.

Une partie des couches calcaires sont divisées par des lits de lignite très minces et très rapprochés. Ces lits, dont l'épaisseur n'est ordinairement que de quelques millimètres, sont eux-mêmes distants de la même quantité, ou au plus de quelques centimètres, de sorte que tout l'ensemble se compose d'une alternance de feuillets de calcaire et de lignite faiblement ondulés et parallèles; dans une épaisseur d'un mètre, on peut compter plus de quarante de ces lits à disposition rubannée. Quelques couches de lignite, qui sont assez épaisses pour être exploitées, atteignent $0^m,30$ et même $0^m,60$ d'épaisseur.

Des masses siliceuses grises ou rosées, sonores et fort dures, se rencontrent abondamment dans le calcaire bitumineux, et moins souvent dans le calcaire ordinaire. Dans le lignite lui-même on rencontre çà et là des masses quartzeuses, hérissées de petits cristaux très brillants qui ne sont autre chose que du quartz enfumé; ce quartz est entremêlé de lignite.

De nombreux vestiges végétaux sont renfermés dans les couches de calcaire et surtout dans celles de lignite. Le calcaire est riche en graines et en empreintes de tiges de *chara*. Les graines sont ordinairement silicifiées et dans un état parfait de conservation; les tiges n'ont laissé que leur empreinte, soit dans le calcaire, soit dans le silex, et cette cavité contient souvent un enduit de bitume.

Parmi les empreintes végétales, la plupart à forme peu distincte, que renferme quelquefois le calcaire dans le voisinage du

lignite, on peut citer des feuilles de dicotylédones, des prêles de grande dimension, et de très belles feuilles de palmier qui, d'après M. Schimper, appartiennent à l'espèce de Chamærops désignée par M. Unger sous le nom de *Flabellaria maxima*.

On a depuis longtemps remarqué dans le combustible de Lobsann du lignite en fibres bacillaires, ou plutôt en longues aiguilles, auxquelles on a donné le nom de *nadelkohle* ou de *lignite bacillaire*. Ces masses ne sont autre chose que des débris de troncs de palmiers dans lesquels, le tissu celluleux ayant disparu par la décomposition, les faisceaux fibreux se sont trouvés mis à nu; cependant, en général, les faisceaux adhèrent faiblement les uns aux autres. Le diamètre de ces aiguilles de palmier est d'environ 0,4 millimètres ; la longueur de leurs fragments dépasse souvent 2 décimètres. Elles sont élastiques, et leur cassure est brillante comme la poix. Le lignite en aiguilles est loin d'être une rareté. Certaines couches de lignite en sont quelquefois exclusivement formées sur de grandes étendues ; les aiguilles sont alors étendues parallèlement à la stratification. Ainsi, une grande partie du lignite de Lobsann résulte de la décomposition de troncs de palmiers qui sont couchés horizontalement.

La grande abondance de palmiers suffirait, à défaut d'autres considérations, pour faire rapporter le terrain de Lobsann à l'étage tertiaire moyen ou miocène, que M. Ad. Brongniart a caractérisé éminemment riche en débris de palmiers.

Outre cette variété de lignite, on trouve fréquemment aussi à Lobsann des masses à fibres très fines, à contours fragmentaires, qui se distinguent facilement du lignite en aiguilles par la tenuité de leurs fibres. Par son aspect, ce lignite à fibres très fines ressemble beaucoup à du charbon de bois obtenu par l'action de la chaleur, et il se rapporte à la variété de houille connue sous le nom de *charbon de bois minéral*. Un instrument tranchant en détache facilement de petits copeaux, ce qui montre qu'il n'a pas l'aigreur du charbon de bois ordinaire ; en ceci, il se rapproche plutôt du charbon de bois imparfaitement carbonisé. Chauffé dans une cornue, il exhale une forte odeur empyreumatique et produit de l'huile ; il perd 34 pour 100 de son poids, c'est-à-dire presque autant que le lignite ordinaire. Il laisse 3, 4 pour 100 de cendres, dont la couleur est rouge parce que le charbon est imprégné de pyrite de fer.

Les fibres charbonneuses dont il s'agit, observées au microscope, présentent de la manière la plus nette la ponctuation caractéristique des conifères. Les conifères concouraient donc avec les pal-

miers à former les forêts aujourd'hui enfouies dans le lignite de Lobsann.

Le succin, loin d'être une rareté à Lobsann, comme on l'a cru jusqu'à présent, forme, dans certaines couches de lignite, de petits grains extraordinairement fréquents. La grosseur de ces grains, qui sont arrondis, excède rarement celle d'un pois, et n'est souvent que de la dimension d'une tête d'épingle; ils sont jaunes et ordinairement transparents. Dans un morceau de 1 décimètre cube, j'ai pu compter jusqu'à 40 goutelettes de succin.

C'est dans les lits qui renferment du charbon de bois de conifères que l'on trouve le plus abondamment des grains de succin. Cette association, rapprochée de la propriété habituelle aux conifères de sécréter abondamment de la résine, amène à reconnaître clairement l'origine du succin de Lobsann. Comme confirmation, on peut ajouter que lorsqu'on examine au microscope les fibres de ces conifères avant qu'elles aient été calcinées, la ponctuation de ces fibres est d'un jaune de miel, ce qui montre qu'elles sont encore imprégnées de substances résineuses. Du succin est venu quelquefois aussi envelopper les faisceaux fibreux de palmiers.

Dans les couches de calcaire qui avoisinent le lignite, et dans le lignite lui-même, on trouve beaucoup de débris de coquilles d'eau douce. Tantôt ces coquilles sont à l'état friable, tantôt elles n'ont laissé que leurs empreintes; de sorte qu'elles ne peuvent être déterminées avec précision. Les Planorbes y sont très communs, particulièrement au toit des lits de lignite, où l'on rencontre aussi beaucoup de Bulimes et de Paludines. Cette dernière, d'après M. Alexandre Braun, est la *Paludina acuta*. Au milieu du lignite même on a rencontré une dent de Rhinocéros.

Plusieurs caractères apprennent que le lignite de Lobsann est le produit d'un dépôt qui s'est opéré avec lenteur. En effet, le lignite a toujours la structure schisteuse; les feuillets, qui sont alternativement brillants et terreux, ont souvent moins d'un tiers de millimètre. Les feuillets mats sont ordinairement calcarifères et imprégnés de pyrite qui leur donne une teinte vert-olive. Par l'exposition à l'air, le pyrite s'effleurit, et la structure feuilletée, d'abord peu sensible, se prononce davantage. En fendant avec un couteau le lignite parallèlement à sa schistosité, on rencontre entre les feuillets beaucoup de vestiges de coquilles petites et minces, dont les tests sont terreux, écrasés, et généralement de forme peu reconnaissable; on y distingue cependant des empreintes de Bulimes et de Planorbes.

La structure feuilletée du lignite, les alternances de lits minces

de lignite et de calcaire, enfin les séries de générations de Planorbes et de Bulimes, qui ont laissé leurs dépouilles dans une partie des feuillets, sont autant de caractères qui nous apprennent que les couches épaisses, aussi bien que les couches minces du lignite de Lobsann, se sont formées avec lenteur sur le littoral de la nappe d'eau qui baignait les Vosges à l'époque tertiaire.

Plusieurs faits montrent que le bitume ne s'est fixé dans certaines roches du terrain tertiaire qu'après que ces roches étaient consolidées, c'est-à-dire que le bitume, depuis qu'il a été enfoui dans les couches de Lobsann, s'est déplacé sur quelques points.

Au-dessus du calcaire bitumineux et du lignite se trouvent des marnes bleuâtres plus ou moins endurcies; ces marnes contiennent beaucoup de rognons cristallins de pyrite cubique et des nids de gypse bien cristallisé, minéraux que l'on trouve semblablement associés dans les marnes oxfordiennes du terrain jurassique. Les assises inférieures des marnes dont il est question contiennent beaucoup de coquilles essentiellement marines, qui sont généralement mal conservées; parmi ces coquilles on peut distinguer des Spatangues, des Cérites (plusieurs espèces indéterminées), des Peignes, des Vénéricardes. Ces marnes ont au moins une épaisseur de 20 à 25 mètres. Aux marnes dont il s'agit sont subordonnées des couches de grès et d'un poudingue très grossier ou nagelfluhe, qui est presque entièrement formé de débris du muschelkalk.

Ainsi, des couches épaisses, qui sont exclusivement d'eau douce, comme le calcaire et le lignite, sont recouvertes par des couches tout-à fait marines, ainsi que M. Voltz l'a déjà parfaitement reconnu.

C'est dans ces couches marines, mais à leur contact avec le calcaire d'eau douce, qu'une mâchoire de l'*Anthracotherium alsaticum* a été découverte en 1821 par M. Boussingault.

Aux environs de Goersdorf, à la limite des terrains tertiaires, on trouve fréquemment dans le calcaire du muschelkalk des cavités cylindroïdes très régulières, qui sont évidemment dues à l'action de coquilles lithophages. Ces taraudages datent probablement de l'époque où la mer tertiaire baignait ces collines.

A Bechelbronn, les couches inférieures du terrain qui nous occupe sont reconnues sur 110 mètres d'épaisseur; la puissance du terrain, si l'on y comprend les couches supérieures, doit donc dépasser 150 mètres. Il est à remarquer que cette épaisseur considérable se rencontre sur le littoral même à moins de 2 kilomètres de la falaise de grès des Vosges, qui termine le terrain. Plus au centre du dépôt, à Haguenau, un sondage, fait pour la recherche d'eaux

jaillissantes, a traversé des couches de marnes bleuâtres et de grès à grains fins, qui sont le prolongement de celles-ci, sur une épaisseur de 292 mètres, et cela sans que l'on en ait atteint la limite inférieure.

De nombreuses failles coupent et rejettent les couches tertiaires de Lobsann; elles sont parallèles entre elles, et dirigées du N.-E. au S.-O., comme la crête rectiligne de grès des Vosges, à laquelle le terrain est adossé.

En résumé, les points des environs de Soultz-sous-Forêts, où les couches tertiaires sont imprégnées de bitume, tant liquide que visqueux ou solide, sont renfermés dans une surface de 10 sur 12 kilomètres de diamètre.

Les couches de sable bitumineux se retrouvent aussi dans le haut Rhin, près de Hirtzbach, dans le terrain tertiaire; une source, qui sort de ce terrain en entraînant du bitume, rappelle tout à fait celle de Bechelbronn.

La flore de Lobsann paraît se rapprocher beaucoup de celle de Hæring, en Tyrol; mais il existe encore plusieurs points de ressemblance entre les couches tertiaires de ces deux contrées. A Hæring, un calcaire gris-siliceux, identique avec celui de Lobsann, est subordonné au lignite. Ce calcaire, auquel on a donné le nom de *stinkstein* (calcaire fétide), exhale par le choc une odeur aromatique qui n'est pas désagréable, et qui est tout à fait la même que celle du calcaire bitumineux de Lobsann. Une partie du calcaire de Hæring est imprégné de bitume. En outre, à Hæring, de même qu'à Lobsann, les couches du niveau du lignite abondent en Hélices et en Planorbes; ces couches à coquilles palustres sont recouvertes par des couches qui contiennent des coquilles marines, telles que Peignes, Huîtres, Fuseaux, Rostellaires, Balanes, et qui sont dépourvues de débris de végétaux. Comme à Lobsann, des couches de conglomérat calcaire sont subordonnées aux couches marines.

Des gîtes bitumineux sont encore associés au lignite du terrain tertiaire dans d'autres contrées, par exemple à Bastennes, dans les Basses-Alpes, et en Hongrie.

Le terrain tertiaire de la contrée qui nous occupe présente, outre le bitume et le lignite, deux autres accidents remarquables, dont l'un, au moins, est probablement en relation avec la formation des dépôts de bitume; ce sont des gîtes de minerai de fer et des eaux salées.

Des gîtes de minerai de fer contournent le promontoire de grès des Vosges, du Liebfrauenberg, autour duquel ils forment une

ceinture à peu près continue, sur un développement de 18 kilomètres; ils sont recouverts presque entièrement par le diluvium. Après les détails qui ont été donnés ailleurs sur ces dépôts intéressants du point de vue théorique (1), il n'y a pas lieu d'insister davantage.

De l'eau salée, à laquelle le bourg de Soultz-sous-Forêts doit son nom, sort des couches mêmes qui contiennent le sable bitumineux. Cette eau, qui était exploitée depuis des siècles, a cessé de l'être en 1834; sa salure atteignait 2 degrés et demi. C'est en exploitant le sel, que l'on a découvert à Soultz-sous-Forêts, en 1771, et à 17 mètres de profondeur, du sable bitumineux, qui a été lui-même utilisé.

Le sel gemme n'ayant jamais été rencontré aux environs de Soultz-sous-Forêts, on ne peut être tout à fait certain des couches auxquelles l'eau emprunte ici sa salure.

Quoique le keuper ne se montre nulle part dans la contrée, et que ses affleurements les plus voisins soient distants de 7 kilomètres, on est tout d'abord porté, par analogie avec ce qui s'observe en Lorraine et en Franche-Comté, à rechercher si ce n'est pas au voisinage des marnes irisées que les eaux de Soultz-sous-Forêts doivent leur sel; car jusqu'à présent, dans la région de l'Europe à laquelle appartient le bassin du Rhin, le sel gemme n'a pas été signalé dans des terrains plus modernes que le trias. Si, à peu de profondeur au-dessous du terrain tertiaire il existait des couches salifères appartenant au keuper, il n'y aurait pas impossibilité à ce que des eaux, qui auraient acquis leur salure dans ce dernier terrain, revinssent à la surface en passant par les marnes tertiaires. Mais plusieurs faits portent à repousser cette supposition, et à admettre que c'est le terrain tertiaire lui-même qui est ici salifère.

Remarquons d'abord qu'à moins d'une dénudation exceptionnelle le keuper doit être recouvert par le lias, ainsi qu'on l'observe non loin de là, aux environs de Woerth; le lias séparerait donc le trias du terrain tertiaire. En outre, les marnes tertiaires sont peu perméables, et, lors même qu'elles seraient traversées par une faille, l'eau venant de la profondeur ne pourrait probablement pas les traverser.

Observons de plus que l'eau salée de Soultz-sous-Forêts se distingue des sources ordinaires du trias par sa richesse en brome; aussi est-elle expédiée depuis quelque temps en bouteilles à Stras-

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. III, p. 169.

bourg, où elle rivalise avec l'eau de Kreutznach. On lui a enlevé préalablement, par décantation, la petite quantité de bitume qui surnage quand elle sort du puits.

Ce qui éloigne encore la supposition que les eaux salées à Soultz-sous-Forêts n'auraient pas leur réservoir dans les couches tertiaires, c'est qu'elles ne forment pas un accident isolé. Non seulement elles sont connues aux environs de Soultz-sous-Forêts sur plusieurs points dont les extrêmes sont distants d'un kilomètre, mais lorsqu'on fora, il y a dix ans, un puits artésien à Haguenau, dans le même terrain, à 16 kilomètres au sud de Soultz, un suintement d'eau salée fut rencontré, dans les couches tertiaires, à 245 mètres de profondeur. Or, dans cette dernière ville, le point d'affluence étant séparé du terrain sous-jacent par plus de 50 mètres de marnes imperméables, il est peu probable aussi que cette eau salée provînt du terrain triasique. Elle renfermait, comme celle de Soultz, une quantité notable de bromure.

Il faut enfin remarquer que, dans toute l'Alsace, le trias ne renferme pas de sel gemme; les salines de Schweizerhalle, près de Bâle, dont Soultz-sous-Forêts est distant de 19 myriamètres, vers le N., paraissent alimentées comme celles de Saltzbronn, dans la Lorraine, et celles du Wurtemberg, par des couches de sel placées à la partie inférieure du muschelkalk. Cette dernière circonstance, en abaissant au-dessous du keuper et du muschelkalk le niveau du sel dans la région la plus rapprochée, atténue encore la probabilité que l'eau salée du terrain tertiaire de Soultz-sous-Forêts proviendrait du trias.

D'après ce qui précède, il est bien plus vraisemblable que l'eau salée des environs de Soultz-sous-Forêts tire ses principes des couches tertiaires. Cet accident si rare dans le terrain tertiaire du nord-ouest de l'Europe se lie probablement, quant à son origine, à l'arrivée du bitume et du pétrole que renferme le même terrain. Il y a déjà longtemps que de Dietrich a signalé la fréquence de l'association du bitume et des sources salées en France et en Italie. Cette association, quoique n'étant pas constante, se retrouve dans des lieux très distants, depuis les bords de la mer Caspienne, la chaîne des Carpathes, les Apennins, les environs de Dax, jusque dans l'Amérique du Nord, au Kentucky et sur les bords du lac Salé. Les couches tertiaires de Soultz-sous-Forêts, avec leur bitume et leur eau salée, fournissent un exemple de cette relation, qui n'est pas encore expliquée d'une manière satisfaisante.

En résumé, les sources salées de Soultz-sous-Forêts rappellent particulièrement les sources salées des Apennins, qui sortent du

terrain tertiaire, et qui sont quelquefois accompagnées de sources de bitume, entre autres les salses du Modenais et les couches salifères des environs de Volterra.

Pour compléter ce qui concerne le gisement du bitume en Alsace, je ferai observer que du bitume s'y rencontre encore dans deux positions qui diffèrent de la position dont nous venons de nous occuper.

Cette substance se trouve accidentellement dans les filons métallifères qui traversent le terrain de transition du Haut-Rhin, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer (1).

Le bitume est fréquent aussi dans le muschelkalk, le long des failles qui séparent ce terrain du grès des Vosges. Ainsi, à Rothbach, à Weiterswiller, à Rauschendbourg, les fissures qui traversent le muschelkalk contiennent beaucoup d'enduits de bitume noir, à peu près solide. A Molsheim, près de plusieurs failles considérables qui déterminent la limite orientale des affleurements du muschelkalk, le bitume est renfermé dans beaucoup de géodes cristallines de chaux carbonatée, au milieu de brèches calcaires, dont les fragments sont réagglutinés par du carbonate de chaux cristallisé en métastatique. Dans cette dernière ville, on a trouvé, en 1847, à une faible profondeur, le calcaire du muschelkalk imprégné de bitume liquide, qui en suintait assez abondamment; au point que ce calcaire ressemblait beaucoup à la roche asphaltique du val de Travers.

Dans les deux derniers gisements qui viennent d'être signalés, dans les filons comme dans les failles, la relation de l'origine du bitume avec les dislocations du sol est évidente. Près de Hæring, en Tyrol, au Grattenberg, le calcaire alpin renferme beaucoup de bitume visqueux, qui, comme dans le muschelkalk de Molsheim, y est accompagné de nombreuses veines de chaux carbonatée cristalline.

Quoique disposé en amas stratiformes, le bitume des environs de Soultz-sous-Forêts paraît aussi se lier aux dislocations de la contrée. En effet, ces gîtes avoisinent la faille terminale du grès des Vosges, l'une des plus nettes que l'on puisse rencontrer. Cette faille, bien qu'ouverte à une époque antérieure au trias, n'était pas encore oblitérée pendant l'époque tertiaire, puisque à cette même époque elle a servi de canal aux épanchements de fer spathique, de fer oligiste, de baryte sulfatée, dont il a été question plus haut. Ce qui montre aussi que le pays était travaillé par les

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. XIV, p. 38.

agents volcaniques à l'époque tertiaire, c'est la sortie de basalte de Gundershoffen, qui n'est distant de Lobsann que de 8 kilomètres.

La structure éminemment cristalline qu'affecte le calcaire d'eau douce de Lobsann, sur beaucoup de points où ce calcaire est imprégné de bitume, peut d'ailleurs faire conclure que l'arrivée du bitume a été accompagnée de chaleur. Toutefois la chaleur de la roche n'était pas très élevée, puisque non seulement le lignite, qui lui est contigu, mais le succin, qui est renfermé en si nombreux grains dans ce lignite, n'en ont pas souffert d'altération. Le calcaire a donc pris ici la structure saccharoïde, sous l'influence d'une température qui n'était pas très élevée.

Les dépôts de marne et de sable fin des environs de Bechelbronn ont tous les caractères d'un dépôt opéré tranquillement. Or les veines bitumineuses exploitables se rencontrent au milieu de telles couches, formées probablement avec lenteur, à des niveaux variés, qui sont compris dans une épaisseur de 80 mètres. Si donc le dépôt de bitume est contemporain des couches qu'il imprègne, ce dépôt, loin d'avoir été l'effet d'un phénomène instantané, a continué pendant une longue période de temps.

M. Le Blanc lit le mémoire suivant de M. Ponzi :

Mémoire sur la zone volcanique d'Italie, par M. Joseph Ponzi, professeur d'anatomie comparée, à l'Université de Rome.

Rome, 17 septembre 1849.

Dans plusieurs de mes travaux sur la géologie de l'Italie, j'ai parlé d'une zone volcanique, formée le long des Apennins par des cratères alignés qui ont autrefois vomi des torrents de lave et des matières produites par les feux souterrains. Je vais à présent développer mes idées sur ce sujet, et m'efforcer de les faire mieux connaître.

J'examinerai : 1° en général, la zone volcanique d'Italie; 2° en particulier, la forme et la disposition des cratères, dont une partie se trouve près de nous, dans les États romains; 3° je donnerai une explication probable de ces phénomènes; 4° enfin, je parlerai de l'âge de ces bouches ignivomes, et je dirai comment elles se sont succédé depuis leur première apparition jusqu'à nos jours.

§ Ier. *Zone volcanique de l'Italie* (Pl. VII).

L'ordre suivant lequel se sont disposées les émanations volca-

niques, remarqué pour la première fois par le savant de Buch, et signalé partout où se sont produites les grandes éruptions volcaniques, se retrouve également en Italie; il se manifeste par des cratères qui, à des époques successives, ont sillonné dans toute sa longueur cette contrée de l'Europe. La ligne qu'ils ont tracée prend naissance dans les collines Euganéennes par des basaltes et des trachytes, saute sur les confins de la Toscane et des États romains, et se prolonge jusqu'à Rome avec des éruptions également trachytiques à travers lesquelles se montre une série de cratères, ou solitaires, ou réunis en groupes. De cette ville, la ligne volcanique continue sur le sol romain, et se manifeste par les volcans du Latium et les cratères de Ticchiena et de Pofi, dans la province de Campagna; elle passe ensuite dans le royaume de Naples à Rocca-Monfina, auprès de Sessa, forme les champs Phlégréens, la Somma, le Vésuve, le volcan de Vulturne en Basilicate, les îles Eoliennes; enfin elle se rend en Sicile pour reparaître avec l'Etna, et finir dans les îles de Pantellaria et Julia ou Ferdinandea.

En suivant cette ligne, on voit bien qu'elle se porte presque entièrement sur le versant méditerranéen, parallèlement aux chaînes des montagnes, avec cette exception que les éruptions Euganéennes se trouvent sur le versant adriatique, à gauche de la grande vallée Lombarde, et aux pieds des Alpes, et que les îles de Pantellaria et Julia sont placées entre l'Italie et l'Afrique.

§ II. *Forme et disposition des cratères.*

Beaucoup de géologues se sont occupés de ces éruptions, surtout des volcans de Naples et de Sicile; mais les volcans des États romains sont les moins connus. Les seules publications qui existent sont les travaux minéralogiques de Brocchi, et, dans ces derniers temps, les observations géologiques de M. L. Pareto sur les volcans du N.-O. de Rome. Les phénomènes volcaniques du Latium, de Ticchiena et de Pofi sont encore peu connus en détail; ils offrent des particularités qui forment à présent le sujet de nos études, et que nous espérons publier lorsqu'elles seront complètes. Il est nécessaire de donner d'abord une idée générale de toutes ces éruptions, pour les relier ensemble et pouvoir raisonner sur toute la zone volcanique italienne.

En venant de la Toscane, si l'on parcourt la route de Viterbe jusqu'à Rome, il est facile d'observer les bouches volcaniques situées au N.-O. de Rome, car la route elle-même se prolonge sur

la ligne éruptive. Si de Rome on fait route pour Naples en passant par Ceprano, on pourra visiter les autres volcans du sud-est qui en forment la suite. Aux volcans du nord-ouest appartiennent les différentes masses de trachytes formant des monts considérables, distribués dans cette contrée, tels que le mont Amiata ou de S. Jiova, près des frontières de la Toscane, le mont Cimino ou de Soriano, les collines entre Bagnaja et Vitorchiaro, le mont Virginio, près du lac de Bracciano, les monts de la Tolfa et du Sasso. Parmi eux se trouvent trois bouches principales en entonnoir, alignées l'une après l'autre, et auxquelles se rattachent des cratères plus petits en cônes parasites. La première est représentée par le grand lac de Bolsena, la seconde par celui de Vico, la troisième par le lac de Bracciano.

Le cratère de Bolsena est le plus vaste de tous, et contient le lac appelé par les Romains *Vulsiniensis*. Cette cavité affecte une figure qui se rapproche d'une ellipse : l'arête circulaire est échancrée au sud-ouest, et par cette échancrure, qui jadis donna passage aux laves, les eaux du lac se déchargent en produisant le fleuve Marta, qui arrive à la mer Méditerranée auprès de Corneto. La circonférence de ce cratère est de plus de 30 milles; son sommet s'élève au-dessus de la mer de 687 mètres, et le niveau de ses eaux de 358. La montagne qu'il forme est inclinée extérieurement en cône très surbaissé; sur sa surface les eaux coulent en rayonnant dans les fleuves Paglia, Tibre, Fiora et Marta, ou directement à la mer par différents ruisseaux et torrents.

Beaucoup de villes et de villages sont bâtis sur ce grand cône; on y observe, sur le bord même du lac Bolsena, l'ancienne *Vulsinii* qui lui donna son nom, S. Magno, Bisenzo, Capo-di-Monte et Marta à l'origine du fleuve de ce nom. Sur sa sommité on trouve Montefiascone, le Capannaccie, S. Lorenzo-Nuovo, les Grottes di S. Lorenzo, Gradali, Latera et Valentano : sur le penchant extérieur, Fastello, Fiorentino, Bagnorea, Torre S. Severo, Rocca Ripesena, Castel Giorgio, Carbonara, Acquapendente, Onano, Farnese, Jschia, Cellere, Piansano, Comenda. La route de Toscane traverse ce cratère en passant par Montefiascone, Bolsena sur le bord même du lac et S. Lorenzo-Nuovo.

Le lac est interrompu par deux petites îles rapprochées un peu au midi, vis-à-vis de Bisenzo et de Marta. On les a nommées Bisentine et Martane; elles sont formées par des masses de laves.

Du côté de Montefiascone on voit différentes cavités cratériformes, indiquant la place de cônes parasites. Ces cavités sont tournées au couchant; une d'elles, la plus grande, contient le petit lac

de Mezzano, représentant aussi un cratère parasite. Cette bouche se trouve près de Latera, aux confins de la Toscane : les eaux du petit fleuve Olpita, qui se décharge dans la Fiora, passent par l'échancrure dirigée à l'ouest.

Le second des principaux cratères compris dans cette fraction de zone volcanique est celui de Vico, formé par un cône isolé, également à pentes douces et en apparence privé de cratères parasites. Quoique plus petit que les autres, il a cependant 13 milles de tour, et il s'élève de 288 mètres au-dessus du niveau de la mer, au mont de Fogliano; il est échancré au sud-est. Le fond contient aussi de l'eau et forme un beau lac, appelé par les anciens *Lacus ciminus* par la proximité du mont Cimino. C'est aujourd'hui le Lago-di-Vico, ainsi nommé d'un village démoli, situé sur la rive même du lac, et appelé par les Romains *Vicus Elbii*. Les eaux surabondantes traversent un émissaire creusé en canal souterrain par un des petits-fils de Paul III, le duc de Castro et Ronciglione; elles sont conduites dans un vallon voisin, où prend naissance le petit fleuve Ricano, *Ricanus rivus*, tributaire du Tibre.

Ce lac est irrégulier : il compte 1 mille de largeur sur 3 de longueur. Dans le milieu du cratère de Vico s'élève un mont à pentes rapides, dont la sommité arrive à la hauteur de la crête qui forme le cirque du cratère même. Il est appelé monte Venere, autrefois isolé par les eaux du lac, et relié au sud depuis leur abaissement. Le bord du cratère se prolonge au nord en esplanade jusqu'au mont Cimino auquel il se lie avec une légère dépression. C'est la montagne de Viterbo, par laquelle passe la route de Toscane.

Sur les penchants extérieurs on trouve Ronciglione, Carbognano, Caprarola, Canepina, S. Marino, Vetralla, S. Angelo, le Capannaccie, Campo Rotondo et Capranica. La route parcourt par Ronciglione la crête même du cratère, jusqu'à l'Osteria della Montagna, puis elle descend sous le mont de Soriano ou Cimino, pour arriver à Viterbo.

En suivant la série volcanique, le troisième cratère est celui de Bracciano dont la grandeur est moyenne entre les deux déjà examinés. Le cirque de ce vaste entonnoir dessine une ligne circulaire; mais du côté de l'est cette ligne se prolonge en une autre courbe sinueuse qui en interrompt la régularité. Les terrains des versants extérieurs sont irréguliers et bosselés, à cause des cratères parasites qui l'entourent. Ce vaste bassin contient, comme les autres, un lac très large et circulaire dont les eaux sont à 139 mètres au-dessus de la mer. L'échancrure est tournée au sud-est, et les eaux surabondantes en sortent pour donner origine au fleuve

Arone, anciennement *Aro*, auprès de l'Anguillara. En passant par Santa-Maria-di-Galera, il va se décharger dans la Méditerranée à Maccarèse.

Sur le bord du lac on trouve Vicarello, lieu distingué par ses sources d'eaux thermales et minérales, Trevignano, Anguillara et Bracciano (l'antique Bracœnum), sur une colline dominant le lac et lui donnant son nom. Sur le versant extérieur s'élève le mont Virginio, déjà mentionné comme formé par une masse trachytique. Auprès de lui on rencontre d'un côté Oriolo, et de l'autre côté les pays de la Manziana, Castel Giuliano et Santa-Maria-di-Galera.

L'extension que prend la circonférence du cratère à l'est contient un entonnoir distinct, en dedans duquel sont deux cavités coniques remplies aussi d'eau. Elle représente deux bouches succursales ouvertes sur le bord même du grand cirque éboulé du côté du lac de Bracciano. Ces deux petits réceptacles d'eau forment les lacs de Martignano ou l'*Alsietinus* des anciens, et celui de Stracciacappe, *Papirianus* ou Paparano du moyen âge. Le lac de Martignano a 4 milles de tour, 270 mètres de profondeur, et son niveau est plus haut que les autres; celui de Stracciacappe est fort petit : il compte un mille seulement de circonférence, et ses eaux sont plus basses.

Derrière ces deux cratères accessoires, et sur la pente extérieure du grand cône, s'ouvre la grande vallée de Baccano. C'était autrefois encore un lac : il fut desséché, au moyen d'un émissaire souterrain, par Alexandre VII, pour faire disparaître le mauvais air, mais sans succès. Cette vallée tire son nom d'une station romaine sur la voie Cassia, *ad Baccanas*, peut-être d'un temple de Bacchus, nom que porte encore la moderne station postale. La forme elliptique de cette vallée, les éminences qui l'entourent, leur structure et les dépôts lacustres qui l'ont remplie, le grand cône parasite subordonné à celui de Bracciano en font voir clairement l'origine. Le plus grand diamètre de cette vallée est de 2 milles et 1/2. Le cirque formé par les éminences qui l'entourent a 7 milles de développement. Le mont Musino, qui abrite les villages de Campagnano, de Cesano et de Scrofano, est le plus remarquable de cette enceinte. Les Romains ont coupé de deux côtés cette éminence pour faire passer la voie Cassia qui traverse la vallée dans toute sa longueur, et dans ces coupes on voit bien sa structure cratériforme.

La dernière des bouches accessoires attachées au cratère de Bracciano est la petite cavité que l'on rencontre en descendant

de Monterosi vers Nepi, contenant aussi de l'eau, et connue sous le nom de Laghetto de Monterosi ; elle semble répondre à l'*Aqua Sanula* des anciens.

Les cratères énumérés jusqu'ici sont tous au N.-O. de Rome, le long de la route de Toscane, dans le pays des Étrusques. Nous les distinguons par le nom de *volcans cimines*, du mont Cimino, tout trachytique, qui s'élève au milieu d'eux à une grande hauteur. Toutes ces éruptions volcaniques ont relevé cette contrée et ont formé deux versants, de manière que les eaux de droite, en venant de la Toscane, se versent dans le Tibre, et que celles de gauche coulent dans la Méditerranée par une quantité de torrents et de petits ruisseaux. On reconnaîtra plus tard la nécessité de faire une distinction entre ces cratères et ceux qui se sont ouverts au sud-est de Rome, que nous allons examiner immédiatement.

Si, en partant de Rome, on parcourt la route de Naples par Ceprano, on observe de nouvelles bouches volcaniques, disposées en séries à des distances différentes. Les cratères du volcan du Latium se présentent les premiers, formés par les monts Albani, Tusculani et Veliterni, tous composés de matières plutoniques. Ce groupe de cratères offre, dans sa forme extérieure, une répétition de la Somma et du Vésuve, mais sur une échelle trois fois plus étendue. Il présente une grande enceinte extérieure en cône surbaissé, creusée dans l'intérieur par un très ample cratère échancré à l'O., et qui contient dans son milieu un autre cône moins déprimé, portant un cratère central également échancré à l'O. Dans l'intérieur de celui-ci est un troisième cône fort déprimé, relié au bord oriental, qui représente le cône d'éruption adventif. L'enceinte extérieure correspond à la Somma, la vallée circulaire de son fond au piano et à l'Atrio del Cavallo, le cône central au Vésuve, enfin l'adventif au cône d'éruption.

Les collines Tusculanes et Veliternes font partie du grand cirque externe. Les plus élevées sont le Tusculum et l'Artemisio, qui domine la ville de Velletri, bâtie au pied de son versant extérieur. Les monts qui résultent du cône interne sont les Albanes, dont le plus élevé est le Monte-Cavo, ainsi appelé de la cavité cratériforme qu'il contient, connue sous le nom de Campi di Annibale ; la colline interne ou le cône adventif se nomme Monte del Vescovo.

Le grand cône externe compte 30 milles de tour à la base, et s'élève, à l'arête de Tusculum, à l'altitude de 665 mètres. L'Artemisio le surpasse encore. L'inclinaison de ce grand cône est très faible ; elle est de 6 à 8° en bas ; mais, à la sommité, elle arrive à 12°. Le

cône central a de 14 à 16° d'inclinaison ; son altitude au Monte-Cavo est de 955 mètres.

Sur les différents penchants extérieurs et sur de florissantes et délicieuses collines, d'où se déroule le magnifique panorama de la campagne romaine, sont bâties la Colonna, Rocca-Priora, Monte-Porzio, Monte-Compatri, Frascati, Grotta-Ferrata, Marino, Castel-Gandolfo, Albano, Genzano, Nemi, Civita-Lavinia et Velletri. Sur l'échancrure même du cône interne, et sur une éminence de lave, est située Rocca di Papa, *Arx Albana*. Enfin, sur le point culminant de Monte-Cavo, *mons latialis*, un couvent de Passionistes a été élevé sur les restes mêmes du temple de Jupiter Latial ; on y monte en voiture par le même chemin latial ancien.

Le fond du cratère central, ou les champs d'Annibal, semble avoir été un lac, car il est rempli de dépôts lacustres, formés des matières entraînées des versants circulaires, qui, après l'avoir comblé entièrement, firent couler les eaux par l'échancrure, du côté de Rocca di Papa. Ce cratère d'éruption présente à sa crête 6 milles de tour, et s'élève de 105 mètres sur la plaine des champs d'Annibal.

Plusieurs cratères parasites se groupent autour du cratère central, presque tous dirigés au midi ou au couchant. A la première de ces directions appartiennent les cratères du lac de Nemi, celui du lac Albano et de la Vallericcia, rapprochés en triangle. Le lac de Nemi est élevé de 330 mètres au-dessus de la mer, et est contenu dans un entonnoir placé immédiatement à la base du cône central. L'arête circulaire qui l'entoure a près de 5 milles de circonférence ; ses pentes extérieures montrent un cône parasite, sans échancrure. Ce lac était appelé par les Romains *lacus Nemorensis*, du *Nemus*, ou bois consacré à Diane, dont le temple était bâti sur la place même où se trouve aujourd'hui le village de Nemi, sur un grand rocher de lave entouré encore de vastes forêts.

La Vallericcia est un autre cratère plus grand, également en cône surbaissé, dont le fond est tout rempli de matières lacustres : les eaux, qui le traversent à présent dans son diamètre, montrent assez qu'il a été rempli comme le cratère des champs d'Annibal. Ce bassin circulaire est formé par deux arcs de coteaux, qui se dépriment par degrés jusqu'à sa partie plus excentrique, où ils finissent en légère échancrure, et donnent passage aux eaux, qui forment le Fosso dell' Incastro, tributaire de la Méditerranée. Le lac contenu dans ce bassin, appelé par Columelle lac de Turnus, semble devoir son dessèchement au remplissage des matières transportées par les eaux.

Le lac d'Albano, ou le troisième de ces cratères, présente un allongement remarquable : deux piliers qu'on observe au-dessous de Castel Gandolfo, sur la côte opposée, tendent à le rapprocher de la figure d'un 8, et font soupçonner la réunion de deux cratères qui se sont en partie démolis réciproquement. Les pentes intérieures sont rapides : l'eau que contient ce bassin était sans émission, et sujette à varier de niveau, lorsque les Romains, l'an 336, pendant le siége de Veji, y creusèrent un émissaire souterrain d'une demi-lieue de longueur. L'eau fut fixée à 300 mètres au-dessus du niveau de la mer. Cet émissaire est la source du *rivus Albanus*, aujourd'hui Fosso di Vallerano, qui se décharge dans le Tibre. La forme extérieure de ces deux cratères est conique comme les autres, et leur arête s'élève à 476 mètres du côté du S.

A l'ouest d'Albano, à côté d'un terre nommé Monte-Savelli, existe un autre cratère, le lac de Giuturna, aujourd'hui appelé Laghetto, desséché par Paul V. De légères éminences se montrent autour de cette plaine circulaire, et le Monte-Savelli représente les coulées des laves vomies par le cratère.

On observe d'autres bouches plus petites sur la partie méridionale du système volcanique de Latium. Il y en a deux sur la colline où jadis était bâti le château de Tusculum, l'une à côté de l'autre, échancrées à l'O. ; l'une sur le petit monticule appelé delle Tartarughe, dans les plaines della Molara, a la forme d'un fer à cheval avec l'échancrure tournée à l'O.

Le grand cône extérieur n'est pas exempt de ces cratères parasites ; car sur la sommité de cette enceinte, entre Frascati et Camaldoli, sur le chemin qui conduit à Tusculum, on rencontre une cavité cratériforme, d'où coulèrent des torrents de laves, et furent lancés des scories et des lapilli. Au-dessous de Monte-Porzio on voit les restes d'un vaste cratère rempli d'un sédiment lacustre, à présent desséché, et appelé Pantano-Secco, que le professeur Nibby a cru avoir été le *lacus Regillus*.

Près de la Colonna, à la base même du grand cône extérieur, et à une distance fort éloignée du centre d'action volcanique, on observe sur la route de Valmontone une autre bouche contenant aujourd'hui le petit lac della Colonna, entouré d'une quantité de torrents de lave.

Après les volcans du Latium, en suivant la zone, il faut se transporter à Ticchiena, dans la province de Campagna, pour voir un petit cratère de la plus belle conservation, adhérant aux monts de Ferentino, auquel se relie un courant de lave basaltique ; il traverse la route de Frosinone au-dessous même de Ferentino, près de la

Fontana Olente, ainsi appelée d'une émanation hydro-sulfurique. Le cratère est isolé, et les matières d'éruption sont disposées autour de lui.

Enfin, dans les États-Romains vient le mont de Pofi, entre Frosinone et Ceprano. L'éminence semble tout à fait résulter d'une masse de lave basaltique, formant un noyau élevé jusqu'au point où est bâti le village. Cette masse a peut-être surgi dans le centre d'un cône solitaire, interrompu par des bouches succursales qui en rompaient la régularité. A présent il est tout défiguré; on y remarque seulement les restes de ces bouches, avec leurs témoins de courants de laves répandues alentour.

Après avoir examiné le facies extérieur de tous les cratères disposés en séries dans les États-Romains, je devrais descendre à l'examen de leurs produits; mais les savants Brocchi et Bareto ayant déjà parlé des matières qui composent les volcans Cimines, et les autres faisant partie des travaux que nous devons publier, je me bornerai à dire, quant à présent, que les volcans du N.-O. de Rome sont tous feldspathiques, et que ceux du S.-E. ne le sont pas; qu'aux laves basaltiques les volcans Cimines associèrent des éruptions de trachyte, vomirent des ponces et des cristaux de feldspath albite; qu'au contraire les volcans du Latium et de la province de Campagna unirent aux laves des masses granitiques qui semblent avoir remplacé les trachytes, et qu'on n'y voit point de cristaux de feldspath ni de pierres-ponces. Je ferai remarquer enfin que les volcans Cimines et ceux du Latium rejetèrent une quantité prodigieuse de matières amphigéniques, tandis que ceux de Ticchiena et de Pofi n'en donnèrent aucune; phénomène déjà noté par Brocchi, lorsqu'il visita cette contrée.

§ III. *Explication probable des phénomènes volcaniques de l'Italie.*

La théorie détaillée de la géologie de l'Italie est un vaste champ où la route est à peine tracée; cependant, en s'appuyant sur les faits et sur les lois généralement admises dans la science, il semble possible d'en raisonner, en se résignant aux modifications ultérieures dont sont toujours passibles les théories humaines.

On admet généralement aujourd'hui que, dans les soulèvements des chaînes de montagnes, les couches composant la croûte solide de la terre se sont fracturées en différentes lignes, et, poussées de bas en haut, ont exécuté un mouvement de bascule, se sont dérangées de leur position ordinaire et horizontale, se sont inclinées

d'un côté et soulevées de l'autre. Dans ces mouvements, les couches ont été sollicitées à décrire 3 angles, 1 saillant au milieu, et 2 rentrants sur les côtés, à l'instar d'un A renversé.

Si à cette triple crevasse on en joint une autre à côté, le A est converti en M, c'est-à-dire en une figure composée de 5 angles, 2 saillants et 3 rentrants. Ces 5 angles se reproduisent souvent en Italie, puisque cette contrée est formée par deux chaînes bien distinctes de l'époque secondaire. La première, celle des Apennins, qui s'étend d'une extrémité à l'autre; la seconde, représentée par une série d'éminences interrompues, courant le long des bords de la Méditerranée, depuis la Toscane jusqu'à l'extrémité inférieure de l'Italie : cette chaîne a déjà été notée par le professeur Savi sous le nom de chaîne métallifère.

Ceci posé, il est facile de comprendre que dans les angles saillants auxquels correspondent des fentes qui se rétrécissent de haut en bas, les matières fondues ont pu, par le refroidissement, souder en quelque sorte les deux parois; tandis que dans les angles rentrants, auxquels correspondent des fentes qui s'élargissent de haut en bas, le passage a dû rester plus libre, plus facile et moins susceptible d'être soudé.

En appliquant ce raisonnement à l'angle rentrant du milieu, on peut concevoir que les couches, ayant été affectées par des mouvements opposés, doivent avoir produit une crevasse bien plus large et bien plus facile à pénétrer.

L'Italie offre d'abord l'angle saillant des Apennins. Il prend son origine dans la Ligurie, et poursuit son chemin en serpentant dans la direction du N.-O. au S.-E. Il monte toujours juqu'au Gran-sasso d'Italia, qui en est, comme le point culminant, élevé de plus de 2,925 mètres au-dessus du niveau de la mer. Au delà de ce point, l'Apennin décline pour se perdre dans le royaume de Naples, dans la province du Principato ultra, où prend naissance le fleuve Ofanto, tributaire de l'Adriatique. Le second angle saillant, fractionné, comme on l'a dit, en plusieurs éminences disposées en séries, ou petites chaînes à peu près parallèles, se signale pour la première fois, en Toscane, par les éminences du mont Albano-Chianti et Protomagno, et se prolonge dans l'État romain pour former les monts de Civita-Vecchia et de la Tolfa jusqu'à S. Marinella. Après une interruption, il se manifeste de nouveau dans les monts des Volsci et des Aurunci, pour passer dans le royaume de Naples jusqu'à Gaëta. D'autres éminences se trouvent du côté de la Méditerranée, étendues dans les Calabres et du côté de l'Adriatique, représentées par le Gargano, dans la province de la

Pilanata, et par les élévations qui parcourent les territoires de Bari et d'Otranto.

Notre but n'est pas d'exposer ici les différences qu'on observe entre ces deux chaînes : cela n'est pas nécessaire, et nous en avons déjà dit quelques mots dans un mémoire publié sous ce titre : *Osservazioni geologiche fatte lungo la valle latina da Roma a Montecassino.* Il suffit de faire connaître que ce sont deux soulèvements bien distincts, produisant deux angles saillants longitudinaux divisés par une dépression intermédiaire qui représente l'angle rentrant du milieu, que nous allons immédiatement parcourir.

Si l'on remarque la disposition du terrain tertiaire sub-apennin du côté de la Méditerranée, on verra clairement que, pendant que le vieux pliocène se déposait, les angles rentrants étaient encore immergés. Les marnes et les sables pliocènes nous l'indiquent d'une manière évidente et nous montrent qu'ils ne sont même pas encore entièrement sortis des eaux aujourd'hui, mais qu'une grande partie est encore immergée.

L'angle rentrant compris entre deux angles saillants semble prendre naissance dans le golfe de Gênes, au-dessous de la mer, car on ne commence à le remarquer sur la terre qu'avec les terrains bas et diluviens de la Toscane, à l'embouchure de l'Arno. De là, il gagne les sables tertiaires de Siena, et, poursuivant le chemin qui conduit dans les États romains, il passe au pied du monte Amiata, et par Acquapendente et Viterbo il arrive à Rome. De cette ville il se porte par Frosinone et Ceprano dans le royaume de Naples, entre les Apennins et les monts Aurunci ; il gagne ensuite le bord de la mer qui baigne la capitale, et s'introduit enfin entre les chaînes des Calabres et celles d'Otranto pour finir dans le golfe de Taranto.

Les fractures extérieures courent aussi au dessous de la mer, le long des côtes adriatiques et méditerranéennes, et, du côté de la dernière, elles semblent se prolonger par les îles Eolies et par le détroit de Messine, le long de la côte orientale de la Sicile. A ces fractures de la croûte terrestre représentant les angles rentrants, il faut joindre celle qui traverse en longueur la grande vallée de la Lombardie, et qui sépare les Apennins des Alpes, et celle qui court entre la côte sud-ouest de la Sicile et le littoral de Tunis, qui sépare l'Italie de l'Afrique.

Pour résoudre le problème que nous nous sommes proposé, il semble qu'il suffit de vérifier ces lignes des angles rentrants et saillants, qui coïncident avec la position des volcans que nous avons décrits, et cela est facile. En effet, toutes les éruptions volcaniques

se trouvent alignées sur le terrain sub-apennin, surtout le long de l'angle rentrant du milieu qui court entre les deux chaînes soulevées. Ainsi les cratères cimines, latiales de Tiochiena, de Posi, les volcans de Rocca Monfina, des champs Phlégréens, de la Somma, du Vésuve et celui du Vulture, sont alignés sur cet angle, tandis qu'au sud les autres, alignés sur un angle extérieur, courent le long de la côte de la Méditerranée, se manifestent par des îles vis-à-vis les golfes de Gaëta et de Naples, les îles Eolies et l'Etna, et qu'au nord les éruptions Euganéennes et les îles de Pantellaria et Julia se sont fait jour au travers des crevasses qui divisent l'Italie des Alpes et de l'Afrique.

Dans cette manière de voir les volcans italiens nous trouvons l'explication de leur parallélisme avec les chaînes de montagnes entre lesquelles ils déposèrent leurs matières d'éruption. Que si les émanations italo-alpines et italo-africaines s'effectuèrent à travers des fentes différentes des chaînes italiennes, nous ne les devons pas considérer comme étrangères à nos systèmes volcaniques, parce que leurs matières et leurs gisements ont avec ceux-ci la plus grande analogie. Sur ces déviations on pourrait conjecturer que les éjections volcaniques, ayant rencontré quelque obstacle dans les abîmes mêmes de la terre, furent déterminées, par la violence des forces éruptives, à se frayer un passage à travers des fentes voisines. Les nombreuses ophiolites qui ont débouché dans la Ligurie maritime et en Toscane nous permettent de raisonner ainsi.

Il ne nous reste enfin qu'à dire ce que nous connaissons de l'âge des volcans et de la marche de leur apparition depuis les premières éruptions jusqu'à nous.

§ IV. *Age et succession des volcans, depuis leur première apparition jusqu'à nos jours.*

Il n'est pas besoin de beaucoup de recherches pour déterminer l'époque des premières apparitions volcaniques, car leurs matières sont toujours intercalées aux dernières couches du terrain sub-apennin, ou lui sont immédiatement superposées. Il est donc clair que les volcans apparurent en Italie à partir de la fin de l'époque sub-apennine. M. Da Rio affirme que les éruptions Euganéennes se sont effectuées après le dépôt du terrain tertiaire. D'après les conclusions de tous les savants qui les ont examinées, les matières vomies par les volcans cimines ont été stratifiées sur ce même terrain dans les États romains et napolitains.

Mais s'il est facile d'établir leur âge par rapport aux grandes

formations géologiques, il n'en est pas de même relativement à leurs éruptions successives, là où ces émanations du centre de la terre s'effectuèrent successivement depuis leur commencement jusqu'à présent. Nous ne pouvons recourir qu'à l'état différent du niveau des eaux des mers pour nous former un critérium qui établisse les différences d'âge de ces matières. Pendant l'époque diluvienne, qui, peut-être, par l'action même des volcans, correspond à un soulèvement lent et progressif de l'Italie et à une réduction dans les limites de la Méditerranée, les éruptions cimines et des champs Phlégréens, comme celles de Rocca Monfina et de la Somma, furent entièrement sous-marines, et leurs matières se répandirent en couches horizontales et concordantes avec les sables sub-apennins : nous avons ainsi une désignation des bords de la mer. Au contraire, M. Da Rio nous dit que les matières des volcans vénitiens se déposèrent sur un terrain tertiaire déjà émergé à côté du grand golfe Lombard. Les volcans du Latium furent tout à fait atmosphériques et postérieurs au retrait de la mer. Ayant leurs matières étendues autour du cratère en bande circulaire, ils montrent par leur extension la violence des éruptions. C'est aussi dans ce cas, je crois, qu'il faut mettre l'Etna en Sicile. Enfin, les traditions mêmes reportent aux temps historiques les îles Eolies et le Vésuve, comme de nos jours l'apparition de l'île Julia ou Ferdinandea. A ces considérations, pour arriver à l'âge relatif des volcans, on doit joindre l'examen des matières éruptées. Nous voyons en effet les volcans du Latium, de Ticchiena et de Pofi privés tout à fait de feldspaths, tandis que les autres, entièrement trachytiques, nous indiquent une modification survenue dans les matières rejetées, et par conséquent une différence d'époques.

Toutes ces éruptions de la zone italienne ne s'opérèrent pas par des cratères. On observe parmi eux des masses trachytiques qui traversèrent la croûte de la terre pour se montrer au jour à l'état pâteux, et se refroidir sur leurs soupiraux en dômes plus ou moins grands. Ces émanations, qui soulevèrent les couches des terrains qu'ils traversèrent, ont précédé l'apparition des cratères. Il n'en fut pas ainsi des laves qui sortirent des cratères, et qui, plus fluides que les trachytes, coulèrent en torrents autour d'eux.

On peut juger de l'âge spécial de nos volcans par la quantité des matières vomies et par l'élévation de leurs cônes. Les éruptions des monts Cimines et des champs Phlégréens se répétèrent pendant un long espace de temps, car les tufs qui en proviennent se présentent en bancs très étendus et très puissants. Les sommets des

cônes des Cimines s'élevèrent jusqu'à ce qu'ils fussent émergés. Au contraire, les volcans du Latium, quoiqu'ils se manifestent avec un aspect imposant, trois fois plus grand que la Somma, s'éteignirent néanmoins fort jeunes. Leurs cônes sont surbaissés, et les nombreuses roches erratiques qu'on y rencontre annoncent leur état primordial. Les volcans de Ticchiena et de Pofi sont si petits, qu'on dirait qu'ils ont existé encore moins longtemps que ceux du Latium. Quant aux volcans modernes, tout ce que nous pouvons dire, c'est que plusieurs se sont allumés, puis éteints, tandis que d'autres sont encore en activité. Tout le monde sait que le Vésuve apparut dans l'année 79 de l'ère vulgaire, que le Monte-Nuovo, près de Pozzuoli, eut une vie éphémère de bien peu de jours dans l'année 1638, selon Porzio qui nous en a laissé la description et d'autres qui en furent témoins; que les îles Eolies également sont toutes modernes; enfin que l'île Julia se souleva en 1831.

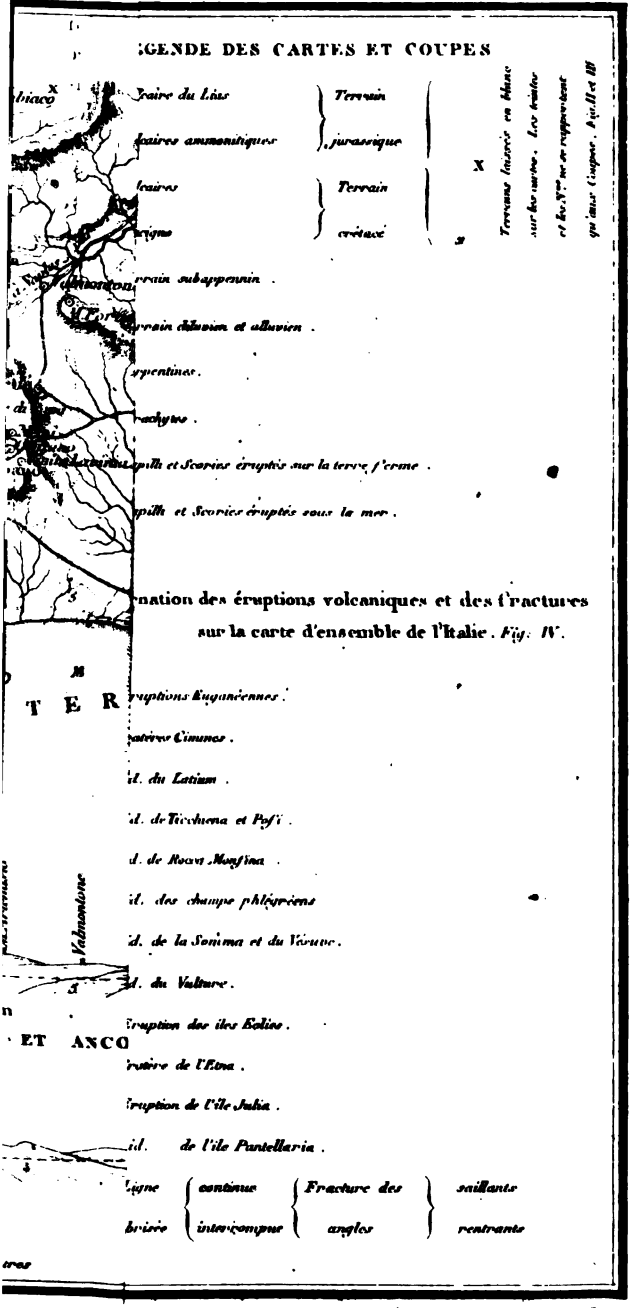
L'énergie des éruptions modernes, quoique très imposante à nos yeux, doit être considérée comme très faible en comparaison des convulsions qui agitèrent l'Italie dans l'époque tertiaire, puisqu'elle alla jusqu'à modifier le niveau des terres par rapport à la mer. Il semble démontré que les forces volcaniques s'affaiblirent par degrés pendant les époques sub-apennine, diluviale et alluviale; mais elles ne sont pas encore éteintes; l'activité volcanique se montre encore, et sa période n'est pas finie. Les éruptions qui de temps en temps se font voir sur le Vésuve et sur l'Etna, le feu continu de l'île de Stromboli, les émanations gazeuses des champs Phlegréens et des monts Cimines, leurs salses boueuses qu'on a vues plusieurs fois se soulever, les tremblements de terre fréquents sur les monts Albani et Tusculani, l'élévation et la dépression du littoral de Pozzuoli, et l'apparition même de l'île Julia entre la côte de Sicile, vis-à-vis de Sciacca et l'île de Pantellaria, nous montrent assez que les forces volcaniques sont encore en activité dans l'Italie inférieure, et donnent lieu aux géologues de croire à l'observation future de nouveaux phénomènes.

Concluons de tout cela :

1° Que la zone volcanique italienne s'étend de la base des Alpes, depuis la grande vallée lombarde jusqu'à l'île de Pantellaria dans la mer Ionienne, entre l'Italie et l'Afrique;

2° Que cette zone se compose de trachytes en masses et de cratères alignés et parallèles aux chaînes des montagnes;

3° Que les volcans en Italie se trouvent pour la plus grande partie le long du versant méditerranéen;


GENDE DES CARTES ET COUPES
Terrain jurassique
Terrain crétacé
Terrains laissés en blanc sur les cartes. Les teintes et les N.os ne se rapportent qu'aux Coupes. Fig. II et III
rrain subappennin.
rrain diluvien et alluvien.
rpentines.
rachytes.
pilli et Scories éruptés sur la terre ferme.
pilli et Scories éruptés sous la mer.
nation des éruptions volcaniques et des fractures sur la carte d'ensemble de l'Italie. Fig. IV.
ruptions Euganéennes.
atères Cimines.
d. du Latium.
d. de Ticchiena et Pofi.
d. de Rocca Monfina.
d. des champs phlégréens
d. de la Somma et du Vésuve.
d. du Vulture.
ruption des îles Eolies.
ratère de l'Etna.
ruption de l'île Julia.
id. de l'île Pantellaria.
Ligne brisée
continue
intercompue
Fracture des angles
saillants
rentrants
T E R
ET ANCO
Valmontone

4° Qu'ils se sont produits par le passage des matières d'éruption à travers les crevasses de la croûte terrestre;

5° Que de toutes les fentes, la plus considérable est celle qui existe entre les deux chaînes des montagnes italiennes, ce qui s'explique par la plus facile perméabilité de la croûte terrestre sur cette ligne;

6° Que les volcans apparurent pour la première fois à la fin de l'époque tertiaire;

7° Que pendant l'époque des éruptions les forces volcaniques produisirent en Italie un soulèvement lent, qui continua, par gradations, à en émerger de plus en plus le sol;

8° Que, pendant la même époque, des cratères s'ouvrirent successivement le long de la zone volcanique, tandis que d'autres s'éteignirent;

9° Que les éruptions, d'abord très violentes, s'affaiblirent ensuite par degrés;

10° Enfin, que l'époque volcanique n'est pas encore terminée, mais qu'elle est toujours active vers l'extrémité inférieure d'Italie.

Séance du 6 *mai* 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants;* avril 1850.

De la part de M. Bayle, *École nationale des ponts-et-chaussées. — Cours de géologie appliquée aux constructions.* — Seconde partie. — Édition de 1850. In-f°, autographié, 191 p. Paris.

De la part de M. Christophe-Colomb, *Quatre Rapports à M. le ministre de l'agriculture et du commerce*, adressés par M. Christophe-Colomb, en mission pour le gouvernement fran-

çais dans le royaume de Dahomey, sur la côte de Guinée (Afrique occidentale), en 1849, 4 cahiers autographiés, in-fo.

De la part de M. Gustave Cotteau, *Études sur les Echinides fossiles du département de l'Yonne*, 6e livraison, 1850.

De la part de M. Héricart de Thury, *Extrait d'un Rapport à la Société royale et centrale d'agriculture, sur une note intitulée : Quelques idées sur le percement des puits artésiens au moyen des acides* (extr. du *Bull. des séanc. de la Soc. roy. et cent. d'agric.*), in-8, 7 p. Paris, chez veuve Bouchard-Huzard.

De la part de M. le docteur Teissier-Rolland, *Du service hydraulique en France, de son importance et de son avenir*, 2e livraison, in-8, p. 131 à 465. Nîmes, 1849, chez Ballivet et Fabre.

De la part de M. le professeur T.-A. Catullo, *Sulle Nummulite*, etc. (sur les Nummulites des Alpes vénitiennes), in-8, 15 p.

De la part de M. Naranjo y Garza : 1° *Guia*, etc. (Guide du mineur, recueil périodique), t. Ier, in-4, 262 p., 2 pl. Madrid, 1848.

2° *Diccionario*, etc. (Dictionnaire des mots les plus usités dans l'industrie minière). in-18, 160 p. Madrid, 1848, chez la veuve D. Antonio Yenes.

De la part de M. Nyst : 1° *Catalogue des ouvrages de conchyliologie*, etc., *qui se trouvent dans les bibliothèques publiques et particulières de Belgique*, in-4, 26 p.

2° *Tableaux synoptiques des coquilles et polypiers fossiles appartenant aux systèmes campinien, tongrien, bruxellien et landénien de* M. Dumont (extr. du t. XVII des *Mém. couronn. et Mém. des sav. étrang. de l'Acad. roy. de Brux.*), in-4, 24 p.

3° *Tableau synoptique et synonymique des espèces vivantes et fossiles de la famille des Arcacées, avec l'indication des dépôts dans lesquels elles ont été recueillies* (extr. du t. XXII des *Mém. de l'Acad. roy. de Belg.*, présenté à la classe des sciences, le 6 novembre 1847), 1re part., genre *Arca*, in-4, 79 p.

De la part de M. le professeur Scheerer, *Isomorphismus*, etc. (Isomorphisme et isomorphisme polymère) (extr. du *Dict. de chim. pratiq. et appliq.*, de Liebig, Poggendorff et Wœhler), par M. Scheerer, in-8, 64 p. Braunschweig, 1850, chez Friedrich Vieweg et fils.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 3e année, no 19, mars 1850.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1850, 1er sem., t. XXX, nos 15 à 17.

L'*Institut*, 1850, nos 850 à 852.

Bulletin de la Société de géographie, 3e série, t. XIII, nos 74, 75, février et mars 1850.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne, t. XXII, septembre à décembre 1849; t. XXIII, janvier et février 1850.

Mémoires de la Société libre d'Émulation du Doubs, t. II, 1848, 3e et 4e livraisons.

Annales des sciences physiques et naturelles, d'agriculutre et d'industrie de Lyon, t. XI, année 1848.

Séances et travaux de l'Académie de Reims, année 1849-1850, nos 11 et 12.

The Athenæum, 1850, nos 1173 à 1175.

Transactions of the Cambridge philosophical Society, volume VIII, part. 3 à 5, 1847 et 1849.

Sitzungsberichte, etc. (Comptes rendus des séances de l'Académie impériale des sciences de Vienne. — Classe des mathématiques et sciences naturelles), 1 cahier, novembre-décembre 1849.

M. Bayle fait hommage d'un exemplaire autographié du cours de géologie qu'il a professé à l'École des ponts et chaussées. M. le Président lui adresse les remerciements de la Société.

M. de Wegmann lit l'extrait qui suit d'une lettre de M. Boué, datée de Vienne, 12 avril.

« Le gouvernement autrichien vient de faire publier à ses frais, et par les soins de l'Académie impériale des sciences, les ouvrages suivants :

» Diesing : *Classement de tous les Entozoaires connus*, 1850, in-4. (On prépare la publication des planches.)

» Unger : *Classement de tous les végétaux fossiles, et synopsis des espèces*, 1850, in-4.

» Unger : *Douze tableaux des douze époques géologiques, flore et faune*, 1850, in-fol.

» Kreil : *Observations météorologiques et magnétiques*, 1850, in-8. (Précédées d'une instruction pratique très remarquable.)

» Schroetter : *Essais chimico-physiques des diverses sortes de houilles de l'empire*, 1850, in-8.

» *Système d'observations météorologiques à faire sur toute l'étendue de l'empire*. (Rédigé par une commission spéciale. Les instruments sont déjà distribués sur les points convenables.)

» *Système d'observations magnétiques projetées*. (L'observatoire astronomique, dont la construction est décrétée, contiendra un emplacement convenable pour ces observations.)

» Prof. Doppler : *Recherches sur les variations* anciennes *de la déclinaison de l'aiguille aimantée*. (Ces recherches s'appuient sur les registres où ont été consignés les travaux de géométrie souterraine faits dans les anciennes mines ou galeries en Allemagne. Quelques uns de ces registres remontent au XIe siècle. On distribuera prochainement des instruments magnétiques dans les principaux districts miniers, pour continuer *sous terre* ce genre d'observations, en examinant l'effet produit sur l'aiguille par les différentes roches, etc.) »

On va s'occuper de dresser une flore et une faune générales de la monarchie, sous les rapports divers de la distribution des espèces, de leur station ou *habitat*, de la nature du sol qui les porte, etc., etc. Quelque chose de semblable s'exécute en Bavière par ordre du gouvernement. La flore générale y a été divisée en six provinces botanico-géographiques, basées sur la géologie, et l'on publiera des cartes géologico-botaniques.

Le professeur Scheda étudie sur le littoral les Zoophytes et les Mollusques de l'Adriatique, et M. Fitzinger les Mollusques de l'empire. L'Académie défraie les voyages qui se font dans ce but.

La classe historique et philosophique de l'Académie impériale fait lithographier les meilleures cartes d'Autriche. La distribution et le mélange des races y seront indiquées.

M. le professeur Schroeter nous a entretenus à l'Académie du diamant noir du Brésil, qu'il a analysé, et du fer natif *sans nickel* observé par Richardson dans les couches de fer carbonaté des houillères de Newcastle. Il nous en a soumis des échantillons.

M. Richardson doit donner un mémoire sur ce sujet; il ajoute que M. Schroeter n'a pas vu le gîte. Le fait serait bizarre; mais il s'agit de savoir si c'est bien là réellement du fer natif. Vous en savez peut-être plus que moi à cet égard.

Les empreintes de pieds d'Homme sur les pierres, dont je vous ai fait part, sont bien de vrais pieds humains, sculptés grossièrement, pêle-mêle avec des pattes d'Oiseaux (de volailles sans doute) et des pieds de Chevaux. Ce sont là sans doute des traces de peuples voyageurs. Il est à remarquer que toujours elles se trouvent au bord des rivières. Était-ce pour indiquer un gué aux habitants de la contrée, ou pour laisser un monument commémoratif d'une émigration ou d'une immigration nationale? On trouve des entailles semblables en Amérique, dans le royaume de Siam, dans l'Hindoustan, la Sibérie, et même autour de nous, dans la Basse-Autriche : ici, comme aux Indes, ces sculptures grossières sont faites sur le granite.

M. Morlot a colorié une carte des Alpes-Orientales, avec tous leurs fjords miocènes; formation qui s'y serait élevée jusqu'à 1100 mètres; d'où il faudrait admettre que les eaux ont dépassé jadis cette hauteur!

Sur tous les points de l'empire, on a mis les mineurs à l'œuvre pour collecter les fossiles. On nous en envoie de toutes parts, et déjà les fossiles secondaires des Alpes pullulent dans nos tiroirs. Du dehors, même abondance. Par le docteur Parschlag, entre autres, on a reçu à l'Institut géologique 3000 échantillons de feuilles provenant tous de la Nouvelle-Hollande, *Banksia*, *Eucalyptus*, *Casuarina*, etc. Si cela continue sur ce pied, nous succomberons sous nos richesses.

La commission impériale pour le lever d'une carte géologique générale de l'empire s'assemble tous les quinze jours. Elle se dispose aussi à publier un journal périodique sous le titre de *Jahrbuch für Berg und Hüttenkunde*, dans le genre de vos *Annales des mines*.

La *Société des amis des sciences naturelles* se reconstitue sous la direction de M. Haidinger. Elle tiendra séance deux fois par mois.

Je terminerai ces petites nouvelles en vous disant que M. Morlot a trouvé quelques cailloux striés, comme le sont ceux que l'on dit être burinés par des glaciers, à Sitten, au sud de Vienne. Il établit des distinctions de forme et de couleur entre les cailloux des rivières (plats, ovales, minces), les galets marins (arrondis, informes, ovoïdes), et ceux des dépôts agrégés marins remaniés par les eaux courantes. Les cailloux des dépôts tertiaires sont tous jaunâtres.

M. Martins communique la note suivante de M. Thurmann :

Réponse de M. Thurmann aux objections présentées, p. 118, *contre l'influence prédominante des propriétés physiques du sol sur la disposition des espèces.*

A la suite de la communication de la lettre concernant mon travail de géographie botanique au point de vue de l'action des roches sous-jacentes sur la dispersion des espèces végétales (*Bull.*, séance du 21 janvier, p. 118), il a été fait différentes remarques relatives à mes conclusions. Comme elles sont consignées dans le *Bulletin*, je demande la permission d'y répondre.

A part celles de MM. Deville et Delesse, les observations émises tendent à combattre plus ou moins explicitement l'une des conséquences que j'ai cherché à établir, savoir : que les faits naturels de dispersion sont essentiellement sous la dépendance des propriétés physiques des roches sous-jacentes, et non sous celle de leurs propriétés chimiques.

Avant de m'occuper à combattre les objections, je prendrai d'abord et avec empressement acte de la remarque de M. Delesse. Il fait remarquer que les dernières analyses des chimistes les plus éminents établissent que les cendres de végétaux pris sur les sols les plus différents chimiquement ont offert cependant toujours à peu près la même composition. Il est clair que ceci vient à l'appui de mon opinion. Bien que je n'aie nullement prétendu entrer dans le fond du débat au point de vue chimique, j'attache beaucoup d'importance à la remarque de M. Delesse, dont personne ne récusera la compétence en pareille matière. On trouvera dans mon ouvrage des conclusions du même genre fournies par les analyses de MM. Sauvanau et Thiollière.

Cela posé et éliminé de l'examen qui va suivre, on va voir en général que MM. les sociétaires qui ont pris part à la petite controverse consignée dans le *Bulletin*, non seulement n'ont pas lu mon ouvrage, mais paraissent ne pas avoir écouté attentivement la lecture de ma lettre, qui en présente le résumé. La plupart ont, soit mal interprété mes assertions, soit combattu des opinions qui ne sont pas les miennes, soit enfin soulevé des objections que j'ai amplement réfutées dans mon travail. Il en résulte que le lecteur du *Bulletin* qui n'a pas vu mon livre doit en concevoir une opinion, non seulement désavantageuse, mais tout à fait fausse. On va en juger.

L'objection la plus clairement formulée est celle qui a été soulevée par M. Élie de Beaumont. Il pense que la similitude entre la végétation de certaines roches réputées non calcaires, telles que les basaltes, et celle des roches calcaires proprement dites (comme entre le Jura et le Kaiserstuhl), s'explique par cela que les premières renferment des silicates de chaux qui peuvent opérer de la même manière que les carbonates des secondes. Cette objection est fort judicieuse : seulement, ainsi présentée, on pourrait croire qu'elle m'a échappé et que je ne l'ai point prévue. Or, au contraire, j'en ai traité en plusieurs endroits qu'il serait trop long de reproduire. Il suffira de faire remarquer ici que, dans le Kaiserstuhl, par exemple, la végétation est d'autant plus *jurassique* que les roches sont moins décomposées et désagrégées, c'est-à-dire sont plus compactes et plus sèches, ainsi, que la végétation est le plus jurassique (ou calcaréophile) sur les basaltes les plus résistants, tandis qu'elle l'est le moins sur les dolérites à mesure que celles-ci sont plus décomposables, c'est-à-dire, à mesure que l'élément calcaire est amené à l'état libre pour exercer son influence prétendue, précisément au rebours de ce qui devrait se passer dans l'admission de l'hypothèse de M. Élie de Beaumont.

M. Boubée ne pense pas que les circonstances physiques jouent un rôle aussi considérable que je l'admets. Ce savant, qui rend journellement à l'agriculture scientifique des services importants qui ne m'ont point échappé dans mon travail, réserve néanmoins une distinction qui, malheureusement, dans le *Bulletin*, est énoncée trop obscurément pour que je pusse en parler ici. Quant à moi, je n'entends pas combattre l'influence de la composition chimique des sols sur les conditions de prospérité culturale ou naturelle, bien qu'à cet égard les opinions des chimistes soient fort diverses. Ce n'est nullement de cela qu'il s'agit, du moins directement, mais de l'influence physique ou chimique des roches sous-jacentes sur les faits naturels de dispersion spécifique, ces faits pouvant être entièrement ou principalement sous la dépendance des propriétés mécaniques, sans préjudice de l'action de la composition du sol sur certaines faces du développement physiologique de chaque espèce, toutes choses égales d'ailleurs. Je dois, pour la seconde fois, protester contre toute rédaction qui me ferait prétendre *que la composition des sols est sans influence sur l'agriculture*. J'avais déjà eu soin de faire cette réserve à la fin de ma lettre (*Bulletin*, p. 118), et j'y ai consacré dans mon ouvrage un article spécial. Même, relativement aux faits naturels de dispersion, j'ai

excepté ce qui concerne certains sels solubles dans l'eau, etc. Ces remarques répondront en même temps à ce qu'a dit M. Élie de Beaumont du chaulage en Bretagne.

Relativement à la vigne, M. Boubée pense que si elle se plaît dans les terres fragmentaires, c'est qu'elle y trouve des granites décomposés qui lui fournissent de l'alcali. M. Rivière fait une remarque analogue : ceci sort, de nouveau, en partie, de la question. Néanmoins il est aisé d'y répondre. Si les alcalis de provenance quelconque sont si importants à la prospérité de la vigne, comment se fait-il que les principaux et meilleurs vignobles de France végètent dans des talus de graviers très positivement calcaires, notamment ceux de Franche-Comté, Bourgogne et Champagne?

Cette même présence des alcalis pourrait, d'après M. Boubée, régler la distribution de la *Digitale pourprée*. Mais cette plante se retrouve, dans nos climats, partout où, avec des altitudes sous-montagneuses, il y a des sols suffisamment sableux, divisés et profonds, quelle que soit d'ailleurs leur composition. Ainsi, beaucoup plus abondante sur les grès quartzeux purs des Vosges ou les grès verts de l'Argonne que, dans le voisinage, sur les roches alcalifères, elle disparaît même totalement de celles-ci d'abord qu'elles deviennent tout à fait compactes et sans détritus psammique. Beaucoup d'autres plantes jouent un rôle semblable, par exemple le bouleau. On serait, au premier aspect, tenté d'en attribuer la dispersion aux roches siliceuses; examen fait, elle correspond simplement aux roches sableuses, et cela si bien, que, dans l'Albe, là où les calcaires jurassiques coralliens deviennent saccharoïdes ou dolomitiques à désagrégration sableuse, le bouleau apparaît aussitôt, formant des îlots au milieu des calcaires compactes, qui en sont entièrement dépourvus.

M. Rivière a rappelé, à juste titre, les travaux de M. de Brébisson, l'un des premiers qui se soit occupé de la question qui nous occupe. J'ai traité spécialement dans mon ouvrage des observations de ce savant. Je ferai seulement remarquer que les divisions de M. de Brébisson dans le Calvados sont, non pas minéralogiques, mais *géologiques*, et, partant, nécessairement *non chimiques;* de plus, il a lui-même eu soin de remarquer que *la nature chimique du terrain influe souvent moins que la constitution du sol, son humidité, sa sécheresse*, etc.

M. Michelin, qui a vu dans le Maine la végétation varier avec les roches sous-jacentes, n'a pas rencontré les mêmes contrastes en Auvergne. Il suffit de parcourir la belle *Énumération* de MM. Lecoq

et Lamotte pour se convaincre que l'Auvergne offre des faits tout pareils plus ou moins accusés. Je m'occupe également de ce sujet dans mon ouvrage.

M. Élie de Beaumont a opposé l'intéressant mémoire de M. Durocher à mes conclusions. J'ai examiné les résultats de ce travail avec soin et fait voir qu'ils rentrent dans la solution que je propose.

M. de Wegmann signale des faits contrairement à ce qu'il appelle *mon opinion relative au développement exclusif du buis sur les calcaires*. Mais, s'il veut bien jeter un coup d'œil sur mon article *Buxus sempervivus* (t. II, p. 201), il verra, tout au contraire, l'énumération de toutes sortes de roches habitées par les buis et les causes de leur préférence, etc. D'ailleurs tout le contexte de ma lettre prouve suffisamment que je repousse cet exclusivisme. Quelques lignes plus bas, je trouve la phrase suivante : « L'auteur n'a d'ailleurs examiné que le Jura. » Un seul coup d'œil sur les planches de mon ouvrage montre que mon champ d'étude comprend non seulement le Jura, mais les Vosges, le Schwarzwald, le Kaiserstuhl, le Hégau, l'Albe, les collines lorraines, une partie des Alpes, et toutes les vallées interjacentes. C'est d'ailleurs ce qu'annonçait ma lettre insérée au *Bulletin* quelques pages plus haut.

Plus loin, et comme devant également infirmer la légitimité de mes résultats, je lis : « Son procédé consiste dans la recherche des plantes caractéristiques. » Lorsqu'il s'agit de la recherche des plantes propres à certaines roches sous-jacentes, quel autre procédé existe-t-il donc? Pour arriver aux généralités, ne faut-il pas, en observation positive, partir des particularités? Néanmoins, par cette voie, je suis arrivé à caractériser l'ensemble de la végétation sur certaines classes de roches. Ma lettre renferme même l'indication des principaux résultats que j'obtiens à cet égard.

En résumé, de la controverse insérée au *Bulletin*, non seulement le lecteur pourrait tirer les conclusions les plus fausses relativement à mes opinions sur la matière, mais il serait en droit de penser que j'ai traité le sujet avec bien de la légèreté. Heureusement pour moi la comparaison de ma première lettre avec les remarques qui la suivent pourront l'éclairer à ce sujet. Je n'ai nullement la prétention qu'on me lise; mais je demande seulement qu'on veuille bien ne pas me combattre sans m'avoir lu. En un sujet tout neuf et tout spécial, il est sage de s'abstenir lorsqu'on n'a pas vu les choses d'un peu près.

M. Boubée fait observer que ses idées ne diffèrent de celles

de M. Thurmann qu'en un seul point; c'est que, tout en reconnaissant l'influence des causes physiques sur la végétation, il attribue une importance prédominante à la composition minéralogique du sol.

M. Martins dit que M. Thurmann, de son côté, ne nie pas l'influence chimique sur la végétation; mais ce n'est pas, à ses yeux, cette influence qui détermine la station et la distribution des espèces; ce sont, surtout, les propriétés physiques du sol.

M. Élie de Beaumont rappelle à la Société que personne, dans la discussion à laquelle répond M. Thurmann, n'a eu l'intention de faire la critique de son ouvrage, auquel tout le monde rend, au contraire, la plus grande justice. La conversation, rapportée dans le *Bulletin*, qui s'est engagée à la suite de la lecture de la note de M. Thurmann, et dans laquelle ont été présentées quelques objections à la manière de voir de l'auteur sur l'importance relative des causes physiques et chimiques, est la meilleure preuve de l'intérêt, parfaitement mérité, que la Société a attaché à la communication de notre confrère.

Néanmoins, M. Thurmann étant revenu sur quelques points de cette discussion, M. Élie de Beaumont demande la permission de justifier les conséquences qu'il avait cru pouvoir tirer de certains faits et qui sont attaquées par l'auteur. Ainsi, relativement aux silicates de chaux contenus dans les roches du Kaisersthul, si cette roche est entièrement décomposée et rendue friable, et la chaux enlevée, au double point de vue physique et chimique, il y a toute différence avec le Jura; mais, si la décomposition n'est pas encore effectuée, on voit aussi qu'au double point de vue chimique et physique cette roche peut agir comme le calcaire. Ce que M. Élie de Beaumont a dit de l'influence du chaulage s'explique aussi parfaitement.

M. Michelin lit une note de M. Triger qui propose le Mans comme point de réunion pour la séance extraordinaire de 1850. Cette note est renvoyée au conseil ainsi qu'une lettre de M. de Lorière qui fait la même proposition.

M. de Bonnard annonce à la Société, de la part de l'administration des mines de la Saxe, que le 25 septembre de cette

année, on célébrera à Freyberg le centième anniversaire de la naissance de Werner.

M. d'Hombres Firmas lit la notice suivante :

Notes sur les géodes d'Alzon; par M. d'Hombres Firmas.

J'ai raconté, dans mon *Mémoire sur la formation d'un cabinet d'amateur* (recueil t. IV, p. 231), qu'un habitant d'Alzon, aux limites des départements du Gard et de l'Aveyron, 24 kilomètres au sud-ouest du Vigan, rencontra, en fossoyant son champ, une pierre arrondie qui ressemblait à la tête d'un enfant, et que, l'ayant cassée, il fut émerveillé en voyant qu'elle était creuse et remplie de diamants taillés à facettes. Ce paysan la porta chez le curé et le médecin du village, tous les deux amateurs d'histoire naturelle, qui reconnurent une magnifique géode, et, guidés par lui, s'en procurèrent bientôt de nouvelles de différentes grandeurs.

Prévenu peu de temps après de cette découverte, je fus à Alzon, et ces messieurs me montrèrent leurs géodes, m'en donnèrent des échantillons, et me conduisirent sur les lieux où elles se trouvaient, pour me procurer le plaisir d'en recueillir moi-même.

Leur gisement est vers le S. O., à 1 kilomètre du village, dans un ravin dominé par d'assez hautes montagnes, dont les bases sont coupées à pic par le courant qui l'a creusé et les fortes pluies qui le font fréquemment déborder.

Jusqu'à une certaine hauteur, ces montagnes semblent composées de couches de marnes irisées de différentes largeurs, parallèles, tantôt horizontales, tantôt plus ou moins inclinées, et alternativement brunes, rougeâtres, grises, plus claires ou plus foncées, selon qu'elles sont sèches ou pénétrées par l'humidité : les roches supérieures de ces montagnes appartiennent à la formation du keuper.

Nous avons distingué quelques géodes au milieu de ces bancs de marnes irisées, et nous supposons que c'était leur gisement originel, qu'elles s'en détachaient, et roulaient dans le ravin et dans les terres voisines, quand les eaux les entraînaient.

Nous en avons vu de différentes tailles, depuis la grosseur d'une noix jusqu'à 23 centimètres de diamètre; les plus communes en ont 10 à 12.

Leur forme est généralement tuberculeuse, et leur surface est bosselée fort irrégulièrement : on conçoit que le paysan qui trouva

la première put y voir un nez, des yeux et une bouche; mais nous n'y apercevons pas la moindre symétrie, rien qui les rapproche d'un être organique, et nous ne pouvons admettre que ce soit la pétrification d'un corps marin ou d'un animal mou, comme l'ont avancé certains naturalistes, vraisemblablement sur d'autres sortes de géodes. Le volume et la forme variables des nôtres nous paraissent dépendre du creux encore pâteux qui leur a servi de moule au milieu des marnes irisées. Nous croyons que, lors de la formation keuprique, et avant que ces marnes fussent complétement solidifiées, les particules siliceuses dont sont composées nos géodes étaient disséminées dans cette pâte, qu'elles tendaient à se rapprocher, d'après les lois de la cohésion et selon leur abondance et la facilité que leur laissaient les intervalles dans lesquels elles pouvaient se réunir, et formaient alors des noyaux plus ou moins volumineux.

Nous croyons que les parties les plus grossières de la terre siliceuse suspendues dans le liquide se précipitaient les premières dans les creux qui les renfermaient, et devenaient la croûte des géodes, que les molécules les plus fines et les plus pures, à mesure que le liquide qui les tenait en dissolution se dissipait par quelques imperceptibles fissures, produisaient les prismes d'abord, puis les pointes des cristaux blanches, transparentes, régulières, qui tapissent la cavité intérieure.

Il est bon de remarquer que le vide des géodes n'est pas proportionné à leur volume. Nous en avons de fort grosses, presque massives; il y en a de moyennes dont la croûte n'a que 2 centimètres d'épaisseur.

Avant que le quartz hyalin passât de l'état liquide à l'état solide, sa solution pouvait contenir d'autres substances minérales : ainsi, par exemple, nous trouvons dans les géodes d'Alzon du fer hydroxydé, du fer carbonaté, de la chaux carbonatée, ferro-magnésifère, et de la chaux carbonatée-rhomboèdre, et nous pensons que leurs molécules se sont rassemblées séparément et les dernières, puisque les aiguilles de fer hydroxydé et les rhombes de la chaux paraissent superposés aux pyramides quartzeuses, et que l'ocre recouvre le plus ordinairement ces divers cristaux.

En cassant plusieurs échantillons, nous avons cru remarquer des cristaux plus limpides et plus gros d'un côté de leur cavité que dans le côté opposé. Ne pourrions-nous pas préjuger que les premiers appartenaient à la partie inférieure de la géode, dans le gisement où elle s'était formée, et que la solution quartzeuse y était

plus saturée et y avait séjourné plus longtemps, comme nous voyons dans nos laboratoires que les sels cristallisés au fond d'un vase sont plus forts et plus beaux que ceux attachés sur ses parois?

Les géodes que nous venons de faire connaître n'étaient point très rares dans le principe; j'en ai adressé, il y a une douzaine d'années, au Muséum du Jardin des Plantes et à plusieurs autres collections d'histoire naturelle. Elles le seront désormais, à moins qu'on n'en découvre un nouveau gisement dans des formations analogues (1), celui d'Alzon ayant été comblé. MM. les ingénieurs des ponts et chaussées, afin d'éviter une montée fort roide et dangereuse, comme la descente de l'autre côté de la montagne, avant d'arriver à Alzon, l'ont percée d'un tunnel de 800 mètres de longueur, et les matériaux qu'ils en ont extraits ont servi à remblayer le ravin dans lequel nous recueillions les géodes.

Je désire que ces détails intéressent mes confrères de la Société géologique de France, et que l'échantillon que je leur présente soit assez curieux pour mériter d'être conservé dans le riche cabinet de l'École des mines.

M. Laurent lit la note suivante :

Note sur les alluvions formant les lagunes vénitiennes, et sur les puits artésiens de la ville de Venise exécutés par M. J. Degousée, ingénieur civil, de 1846 à 1849. (p. 484)

Le golfe de Venise, de l'embouchure de l'Isonzo à celle du Pô, présente un développement de côtes d'environ 80 kilomètres; les fleuves qui se jettent dans l'Adriatique sont : l'Isonzo, à Sdoba-Bocca ; le Tagliamento, le Lemene, la Livenza, la Piave, le Sile, la Brenta, l'Adige, et enfin le Pô dont les embouchures forment les ports de Porto del Po, Porto del Tole, Porto del Camello, Porto del Guocca, Porto di Goro, et enfin Porto di Volano.

Le charriage de ces fleuves a non seulement créé les lagunes, mais encore il a diminué sensiblement le fond de l'Adriatique; les nombreux sondages exécutés pour dresser les cartes hydrographiques ont ramené des sables analogues à ceux qui forment les la-

(1) M. Dufrénoy, qui a bien voulu analyser les petites lames métalloïdes disséminées dans mes géodes et qui les a reconnues, m'a dit que cette substance était très rare, qu'on ne l'avait trouvée à l'état cristallisé que dans trois localités : en Cornouailles, près de Bristol, et à Rancié, dans l'Ariége.

gunes; et la plus grande profondeur de la mer, jusqu'à 60 kilomètres des côtes, ne dépasse pas 40 mètres de profondeur; pour atteindre celle de 50 mètres, il faut s'éloigner de Venise de plus de 100 kilomètres.

Si, quittant Venise pour examiner le continent, on remonte jusqu'au lac de Garda, situé au delà de Vérone, à 60 mètres environ au-dessus de la mer, on aperçoit à sa gauche, au-dessus de Padoue, les monts Uganimi, formation volcanique qui s'élève au-dessus d'un soulèvement de terrain crétacé entouré d'alluvions; à droite sont les côtes de Vicence, appartenant aux formations crétacées, et présentant une très grande puissance s'étendant jusqu'à Vérone pour montrer le terrain jurassique, de là jusqu'au lac de Garda, bordé moitié par cette formation et moitié par le diluvium alpin du côté où il donne naissance au Mincio.

Pendant le parcours, et si l'on appuie à droite, de Vicence à Trévise, et de ce dernier point à Palma-Nova, on rencontre trois grandes zones de cailloux roulés, ayant souvent 1 kilomètre de largeur sur 7 à 8 de longueur; les mêmes zones se rencontrent de l'autre côté du soulèvement crétacé, le long du Mincio, en se rendant de cette rivière à Rovigo. Ayant remarqué que les rivières, en passant au-dessus de ces formations désagrégées, étaient moins fortes en aval qu'en amont, et qu'elles avaient perdu une quantité notable de l'eau qu'elles contenaient, et aussi que la mer ne pouvait donner issue aux eaux souterraines qu'à une grande distance, vu son peu de profondeur, même à un grand éloignement des côtes, j'en ai conclu que je rencontrerais des eaux artésiennes correspondantes aux zones de cailloux roulés que j'avais observés à 15, 30 et 40 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Depuis des siècles, Venise n'avait d'autre eau douce que celle de la pluie, recueillie avec soin dans d'ingénieuses citernes faites à grands frais: dans les temps de sécheresse, de nombreuses barques apportaient l'eau nécessaire à l'alimentation des citernes. La ville en entretenait 174 communales et les particuliers en possédaient 1950.

De 1825 à 1836, le gouvernement autrichien tenta des sondages artésiens. La difficulté de traverser les sables fluides et remontants le fit renoncer à des efforts infructueux qui avaient entraîné plus de 200,000 francs de dépenses inutiles, et les puits artésiens furent considérés comme inexécutables à Venise.

De 1838 à 1844, la ville de Venise fournit au gouvernement plusieurs projets pour amener de terre ferme, au moyen d'un aqueduc, les eaux nécessaires aux besoins de la ville. La dépense était

évaluée de 2 à 3 millions. La question militaire fit rejeter tous les projets d'aqueduc.

Appelé par la municipalité en 1844, j'examinai avec attention les points de départ des fleuves, leurs cours et les différentes formations sur lesquelles le parcours avait lieu ; et convaincu qu'un sondage bien conduit me donnerait les eaux infiltrées dans les arénacements de cailloux roulés, j'ai traité avec la ville *à forfait, à mes risques et périls ;* je me suis engagé à lui donner en trois ans, par plusieurs puits artésiens, 1800 mètres cubes d'eau par jour, à la condition que, pendant quarante ans, elle me paierait chaque année les neuf dixièmes de ce qu'elle dépensait précédemment, et aussi de fournir aux habitants l'eau au prix de un quart au-dessous de ce qu'ils avaient payé jusqu'alors ; qu'à l'expiration des quarante ans tous les travaux exécutés par moi, puits artésiens, réservoirs, conduites souterraines, etc., seraient la propriété de la ville sans indemnité.

Le traité ayant été approuvé par l'empereur, en 1846, les travaux ont commencé au mois d'août, et aujourd'hui dix fontaines sont terminées et donnent la quantité d'eau stipulée au traité.

Pour satisfaire l'Institut de Venise et la municipalité, j'ai pris l'engagement de pousser un sondage à 300 mètres. Il sera commencé le mois prochain.

Ci-joint (pl. VIII) une coupe géologique de quelques uns des forages exécutés. Des observations ayant été faites sur les eaux, la Faculté du royaume siégeant à Padoue a donné l'analyse suivante. Un litre (1,000 grammes) :

Carbonate de chaux.	0,129
— de magnésie.	0,036
— de soude.	0,018
Oxyde de fer.	0,013
Matière organique azotée.	0,021
Chlorure de potassium.	0,005
Total par litre.	0,222

Ainsi, le résidu est plus faible que celui des eaux de la Seine au-dessus de Paris. Les eaux artésiennes sont aujourd'hui d'un usage général à Venise.

Au-dessus de la nappe d'eau jaillissante, qui se rencontre de 60 à 70 mètres de profondeur, il existe généralement des eaux ascendantes qui contiennent une grande quantité de gaz hydrogène carboné, qui, en se dégageant, lance les eaux au dessus du sol avec

une grande violence et d'une manière intermittente. Ce gaz brûle très bien. J'y ai remédié en descendant les tubes d'ascension jusque dans la nappe jaillissante, de manière que les fontaines aient un jet constant et régulier.

Les eaux jaillissantes de 60 mètres proviennent probablement de l'arénacement de cailloux roulés le plus rapproché de Venise, et celles rencontrées au sondage de la Ca di Dio, à 150 mètres de profondeur du second arénacement qui règne de Campo San-Pietro à Oderso. Dans le sondage de 300 mètres, j'espère atteindre les eaux plus considérables qui s'infiltrent dans la longue ligne qui s'étend du pied des montagnes en passant de Conegliano et Perdenone.

Dans tous les sondages exécutés à Venise, plusieurs couches de lignites ont été traversées, et des fragments de bois étaient assez bien conservés pour permettre à M. Pazzini, secrétaire de l'Institut de Venise, d'en fixer l'essence. Je n'ai pas jugé convenable de relever dans le temps les niaiseries publiées par *le Constitutionnel*, qui indiquait l'origine des eaux de Venise comme venant des Paludes ou marécages d'eau mixte situés au niveau de la mer. Il suffit d'établir que les eaux jaillissent à 7 mètres au-dessus de ce niveau pour démontrer l'absurdité de l'énonciation; de même que les lignites, dont le bois est carbonisé et contient parfois son écorce, ne peuvent être de la tourbe, comme cette feuille l'indique; il suffit que cette formation se rencontre à 40, 60 et jusqu'à 100 et 120 mètres au-dessous du niveau de la mer, pour qu'elle ne puisse être une végétation marécageuse, comme voulait le faire croire cette feuille.

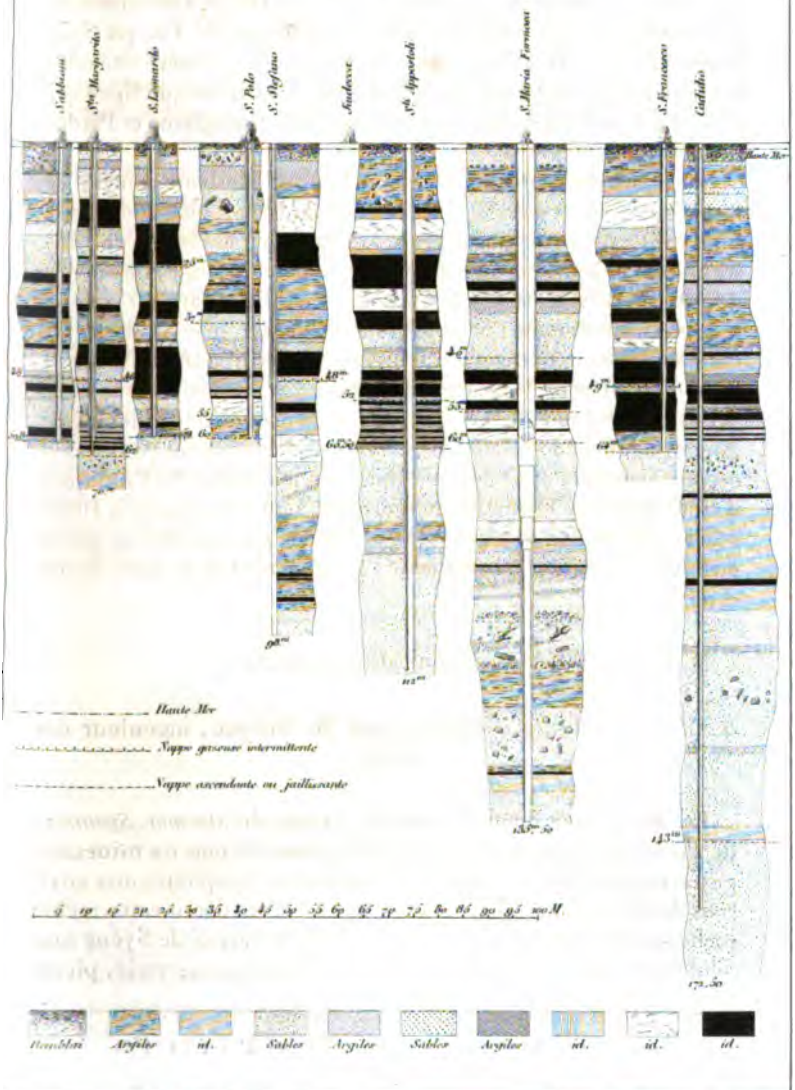
M. Delesse fait la communication suivante :

Sur la syénite rose d'Égypte, par M. Delesse, ingénieur des mines.

Les anciens ont donné le nom de *syénite*, de *Marmor Syéniten*, de *Pierre thébaïque* à une roche bien connue de tous les minéralogistes, et qui depuis un temps immémorial a été exploitée aux environs de Syène par les Égyptiens. Pline a encore décrit cette même roche sous le nom de ποικιλος λιθος, et la belle variété de Syène sous celui de *Pyropœcilon* (πυροποικιλον : πυρ, feu; ποικιλος varié, pierre

(1) *Mém. de la Soc. géol.*, 1re sér., t. V; et 2e sér., t. 1er.

Note sur les puits artésiens de Venise; par M. J. DEGOUSÉE.



Imp. par Lyon Frères Aurel, R. des Bernardins 18 Paris. Paris. Lith. Kaeppelin, Q. Voltaire 17

celle de l'orthose de la syénite des Vosges, mais qui est cependant beaucoup plus vive ; elle est en cristaux ayant plusieurs centimètres qui sont maclés comme l'orthose des roches granitoïdes : c'est le minéral le plus apparent et le plus souvent aussi le minéral dominant de la roche à laquelle il donne sa teinte générale, qui est rose ou rougeâtre. J'ai trouvé pour sa densité... 2,568.

Par calcination il perd seulement... 0,35; cette perte est très faible, ainsi que cela a lieu généralement pour l'orthose.

Quand il se décompose, il prend quelquefois une teinte brune, due à la mise en liberté d'un peu d'oxyde de manganèse qu'il contenait en combinaison, comme l'orthose fauve de la syénite du ballon d'Alsace.

Le feldspath du sixième système n'a pas l'éclat gras de celui de cette dernière syénite, et il me paraît devoir être rapporté à l'*oligoclase* ; il est le plus souvent blanc ; quelquefois cependant il devient jaunâtre ou même verdâtre : c'est ce qu'on observe par exemple dans certains échantillons venant de Syène, dans lesquels il est très abondant et même plus abondant que l'orthose.

Le *mica*, qui est riche en magnésie et en oxyde de fer, est en paillettes éclatantes qui sont le plus souvent noires, mais qui, d'après de Rozière, sont quelquefois brunes ou vertes ; quand leur couleur est noire, elle se confond avec celle de la *hornblende* qui est souvent associée au mica. La *hornblende* s'observe surtout dans la syénite des environs de Syène.

On trouve aussi dans la syénite de la *pyrite de fer*, et, de même que dans tous les granites amphiboliques, un peu de *fer oxydulé*.

Il y a accidentellement du *grenat*, mais très rarement ; il est brun terne, et il cristallise dans la forme du dodécaèdre rhomboïdal (1). Enfin, sur un échantillon, j'ai observé de petits cristaux de sphène brun identique avec celui de la syénite des ballons.

La densité moyenne de la syénite rose d'Égypte a été trouvée égale à 2,63 (2).

J'ai déterminé, d'après le procédé que j'ai décrit dans les *Annales des mines* (4e série, t. XIII, p. 379), les proportions en volume des différents minéraux qui entraient dans un échantillon poli de la roche.

J'ai obtenu : *Orthose rouge*... 43. — *Quartz gris*... 44. — *Oligoclase blanc*... 9. — *Mica noir*... 4.

Cet échantillon, qui était très riche en quartz, ne m'a pas paru

(1) De Rozière, *Description de l'Égypte ; Antiquités*, t. I.
(2) Brard, *Traité*, t. II, p. 526.

contenir de hornblende; il renferme moins d'orthose, et surtout moins de mica qu'on n'aurait été porté à le croire d'après son inspection. Cette illusion d'optique est d'ailleurs générale, et elle tient à ce que les minéraux qui ont des couleurs vives et éclatantes, comme l'orthose rose et comme le mica, attirent beaucoup plus l'attention de l'œil que le quartz qui a au contraire une teinte grise assez terne. Il en résulte qu'il est assez difficile d'apprécier à l'inspection d'une roche quelle est la proportion des divers minéraux qui la composent.

J'ai fait aussi un essai de la syénite d'Égypte en pulvérisant un gros morceau qui provenait du musée égyptien du Louvre, et qui avait été mis à ma disposition par M. Dubois, l'un des conservateurs. Il présentait les caractères généraux qui viennent d'être décrits, mais on y observait un peu d'amphibole; j'ai trouvé qu'il contenait :

Silice	70,25
Alumine	16,00
Oxyde de fer manganésifère	2,50
Chaux	1,60
Alcalis et magnésie (diff.)	9,00
Perte au feu	0,65
	100,00

Si l'on compare la composition de cette syénite d'Égypte à celle de la syénite des ballons des Vosges, on trouve qu'elle s'approche beaucoup de celle de la variété (1). (Voy. *Annales des mines*, 4e série, t. XIII, p. 688 et 689).

Sa teneur en silice, qui est de 70 p. 100, est en effet la même. J'ai déjà eu l'occasion de faire observer antérieurement qu'une syénite contenant toujours de la hornblende, telle que celle des ballons, peut renfermer jusqu'à 30 p. 100 de quartz, et que sa teneur moyenne en silice peut être égale à celle de beaucoup de granites. On voit donc que le quartz n'est pas toujours, comme plusieurs géologues paraissent le croire, un élément accessoire et peu important de certaines syénites qui, comme celle des ballons, sont cependant bien caractérisées.

Quant à la teneur en alumine de la syénite d'Égypte, l'essai précédent montre qu'elle est assez grande, car elle est seulement inférieure de quelques centièmes à celle de l'orthose; cela tient à l'abondance de deux feldspaths dans l'échantillon.

La teneur en fer doit surtout être attribuée au mica et à la hornblende, qui sont tous deux riches en fer.

La teneur en chaux, qui serait assez grande pour un granite, est

au contraire très faible pour une syénite : ainsi elle est plus petite que celle de la syénite des ballons, qui est à peu près de 3 p. 100; elle résulte d'ailleurs de la présence de l'oligoclase et d'un peu de hornblende.

En résumé, la composition chimique moyenne de la syénite d'Égypte ne diffère pas sensiblement de celle que j'ai trouvée pour plusieurs granites ainsi que pour certaines variétés de protogines; et en effet, ainsi que je l'ai fait observer en commençant, elle contient presque toujours beaucoup de quartz : on peut donc la considérer comme un granite amphibolique ou comme une roche formant le passage de la famille du granite à celle de la *syénite*.

Il résulte des intéressantes recherches de MM. Russegger et Newbold (1) sur la géologie de l'Égypte, que les roches granitiques n'occupent qu'une très petite étendue; elles se montrent surtout à la cataracte de Syène et dans le désert, où elles séparent le Nil de la mer Rouge à la latitude de Koseïr, environ 26° N.

La syénite en particulier s'observe à une demi-lieue au N. de Syène (Assuan), et, d'après Russegger, elle se prolonge beaucoup au S. de la cararacte et de l'île de Philoé, jusque dans la Nubie. On la retrouve aussi à Éléphantine et dans les îles intermédiaires. D'après les collections de Lefebvre, elle existe encore dans le Djebel Gareb et dans le Djebel Elzede (montagnes de l'huile) entre Koseïr et Suez.

La syénite disparaît généralement sous un grès qui, d'après M. Russegger, se retrouve avec les mêmes caractères dans la haute Égypte, dans la Nubie, dans le Sinaï. Ce grès appartient à l'étage crétacé inférieur ou au *quadersandstein*. Près de Fatireh, il est recouvert par une craie blanche, terreuse, à cassure un peu conchoïde, qui repose sur lui en stratification concordante et horizontale.

Les carrières dans lesquelles les anciens exploitaient la syénite ont été retrouvées par tous les voyageurs qui ont visité l'Égypte; elles sont principalement au S. de Syène, et entre Syène et l'île de Philoé.

Près de la cataracte, les blocs détachés de la syénite ont quelquefois une forme sphéroïdale, et ils se désagrégent par couches concentriques; cependant, d'après M. Newbold, le climat sec et chaud de l'Égypte préserve beaucoup mieux les roches granitoïdes de la décomposition que le climat de l'Inde.

---

(1) Russegger. — *Quarterly Journ. of the geological Society*, nov. 1848. — *On the geology of Egypt*, by lieut. Newbold, p. 340.

Près de Syène, à peu de distance du Nil, et sur les bords de la mer Rouge, la syénite ainsi que d'autres roches sont souvent recouvertes et comme enduites par un vernis qui est transparent, vitreux et très brillant; il a peu d'épaisseur, mais il se fond en quelque sorte avec la roche à la surface de laquelle il adhère très fortement, et il pénètre jusque dans ses plus petites fissures. Ce vernis, qui ne se laisse pas rayer par l'acier, est formé de silice hyaline déposée par les eaux : il est probable, en effet, que les eaux d'une grande partie de l'Égypte retiennent en dissolution une notable portion de silice, soit parce qu'elles ont coulé longtemps sur des grès ou sur des roches granitiques, soit parce que leur température moyenne est très élevée, et l'on conçoit par conséquent qu'elles donnent fréquemment lieu à des dépôts de silice ou à des phénomènes de silicification tels que ceux qui s'observent, par exemple, sur les bois des environs du Caire.

MM. Russegger et Lefebvre ont été frappés par ce fait, sur lequel ils reviennent à plusieurs reprises, que la syénite de l'Égypte est traversée par une multitude de gros filons de diorite; c'est ce qui a lieu en particulier le long de la cataracte, près de Philoé, aux environs de Syène, etc. : du reste, ces diorites sont bien connues; car elles ont aussi été exploitées par les Égyptiens (1).

Cette association de la *syénite* et de la *diorite* n'est pas accidentelle, et j'ai fait des observations semblables pour les syénites dont j'ai étudié le gisement; presque toujours, en effet, j'ai pu constater qu'elles étaient associées à de la diorite. Ainsi, dans les Vosges en particulier, la syénite des ballons est accompagnée de diorites qui se trouvent soit à la base, soit sur les flancs des ballons d'Alsace et de Comté. Ces diorites forment tantôt des filons nettement séparés de la syénite encaissante, et tantôt des dykes qui se fondent d'une manière intime dans la syénite à laquelle ils passent insensiblement.

Il semblerait d'après cela que le développement de l'amphibole dans la syénite est en relation intime avec le remplissage des filons ou des dykes de diorite qui y sont encaissés, et que cette amphibole a cristallisés postérieurement et par voie de métamorphisme.

Il importe d'ajouter cependant que si la syénite est généralement associée à de la diorite, la réciproque n'est pas toujours vraie. Ainsi, de ce qu'une diorite forme un filon dans un granite, on ne doit pas en conclure qu'il s'y est par cela même développé des cristaux d'amphibole, et que ce granite a été métamorphosé en

(1) Russegger, t. II, p. 320, 323, 326, etc.

syénite. Dans les Vosges, par exemple, le granite est quelquefois traversé par des filons de diorite, et il n'est pas amphibolique.

Les Égyptiens ont fait un grand usage de la syénite, et postérieurement elle a été exploitée par les Grecs, puis par les Romains. De nos jours, la syénite d'Égypte est encore employée quelquefois dans la marbrerie, et l'on peut estimer approximativement à 200 francs le prix du mètre carré poli. Elle est rapportée comme lest par les vaisseaux qui font le commerce avec Alexandrie, et on la désigne généralement dans le commerce sous le nom de *granite rouge oriental* (1).

On trouve dans les ruines de toutes les anciennes villes de l'Égypte une quantité innombrable de débris de syénite, et l'imagination est vraiment effrayée quand on songe aux difficultés que présentaient la taille, le polissage et le transport de tant de monuments gigantesques. Parmi ces ruines, les plus célèbres sont, d'après de Rozière, celles des îles Philoé et d'Éléphantine, celles de Thèbes, de Louqsor, d'Héliopolis, et surtout celles d'Alexandrie. Quoique la syénite ait été extraite dans les environs de Syène, on voit cependant ces débris augmenter à mesure qu'on descend le Nil et qu'on se dirige vers le N.; cela tient, ainsi que l'a fait observer de Rozière, à ce que les matériaux de choix, destinés aux constructions monumentales, manquaient dans cette région de l'Égypte, qui est essentiellement calcaire et arénacée, et à ce que le siége du gouvernement s'est successivement rapproché de la Méditerranée.

La syénite est de toutes les roches celle qui a été préférée par les Égyptiens, et ils l'ont employée pour la construction de leurs monuments les plus remarquables. Parmi ces monuments, on peut citer les obélisques, les sphinx, les sarcophages qu'on trouve dans toutes les parties de l'Égypte, la colonne de Pompée et les aiguilles de Cléopâtre à Alexandrie, l'intérieur de la grande pyramide de Chéops, et surtout le sanctuaire monolithe de Saïs. A Paris, on peut admirer l'un des obélisques de Louqsor, et, dans le musée égyptien du Louvre, les pieds et la tête d'une statue colossale d'Aménophis III (2), ainsi qu'un grand nombre de sculptures qui, sous le ciel toujours pur de l'Égypte, n'ont la plupart du temps subi aucune altération, et ont même conservé le poli le plus parfait depuis près de 4,000 ans.

---

(1) Brard, *Minéralogie appliquée aux arts*, t. II, p. 241.

(2) *Notice des monuments exposés dans la galerie d'antiquités égyptiennes*, par E. de Rougé.

M. Viquesnel communique la notice suivante :

Notice sur la collection de roches recueillie en Asie par feu Hommaire de Hell, et sur les divers travaux exécutés pendant le cours de son voyage, par M. A. Viquesnel.

Les échantillons de roches recueillis par Hommaire de Hell pendant la première partie de son voyage ont été expédiés par lui-même au Muséum d'histoire naturelle avant son départ de Constantinople; la collection faite pendant la seconde partie du voyage comprend tous les échantillons récoltés en Asie, à partir des rives du Bosphore jusqu'à Hispahan, où notre malheureux confrère a succombé victime de son dévouement à la science. Elle est en ce moment la propriété de sa veuve (1). Madame Hommaire de Hell, dont la plume élégante a puissamment contribué au succès de l'ouvrage sur les *Steppes de la mer Caspienne*, publié en 1844 par son mari, a prié M. de Verneuil et moi d'examiner cette collection, et a bien voulu nous communiquer tous les manuscrits qui pouvaient faciliter nos études. Frappés de l'intérêt que présentent les matériaux de tout genre recueillis par notre intrépide ami, nous avons demandé et obtenu l'autorisation de vous en donner un court résumé.

M. de Verneuil, pressé par la proximité de son départ pour l'Espagne, s'est chargé de la détermination des fossiles (2), et m'a laissé le soin de faire connaître les autres résultats qui peuvent plus particulièrement intéresser la Société.

Il m'a semblé naturel de diviser cette notice en deux parties. Dans la prémière, je passe rapidement en revue les diverses excursions et les travaux accomplis pendant le cours du voyage, et je relève dans les itinéraires, à partir de Trébisonde, les données géographiques strictement indispensables pour l'intelligence des observations géologiques. La seconde partie signale les points principaux où se trouvent les divers terrains dont la présence est révélée par les échantillons que renferme la collection.

---

(1) Le Muséum d'histoire naturelle a fait dans le courant du mois de juin l'acquisition de cette collection, qui sera prochainement classée, cataloguée et mise à la disposition du public.

(2) La détermination des fossiles du terrain crétacé et du terrain nummulitique exigeait des recherches que M. de Verneuil n'a pas eu le temps de terminer; M. d'Archiac a eu la complaisance de s'en charger.

PREMIÈRE PARTIE. — *Géographie et travaux divers.*

Hommaire de Hell quitte Paris vers la fin de février 1846; il s'arrête jusqu'au 18 mai à Toulon et consacre tout le temps de son séjour dans cette ville à se familiariser avec le maniement des instruments de précision et les calculs astronomiques. Les notes laissées par notre collègue prouvent qu'il a pris à cœur ce genre d'observations et qu'il y attachait la plus grande importance. Quatre cahiers consacrés à la météorologie donnent l'état du ciel, les indications du psychromètre, les hauteurs de la colonne barométrique et quelques observations simultanées du baro-thermomètre de M. Regnault. Trois autres cahiers sont destinés à suivre la marche comparative de ses deux chronomètres et à enregistrer les observations faites à l'aide du sextant. Ses premières déterminations exécutées en Europe se sont trouvées d'accord avec celles des navigateurs et des géographes dont les noms inspirent une juste confiance. Encouragé par ces résultats, Hommaire de Hell a relevé et calculé la latitude et la longitude d'un grand nombre de localités. Sa dernière observation a été faite à Mourtchahor, village situé à 5 heures de marche (environ 26 kilomètres) de Hispahan, où il est décédé.

De Toulon, notre voyageur se rend en Italie par Nice, Turin, Florence et Rome. Il s'arrête quelques jours dans ces villes pour compléter par des recherches bibliographiques ses renseignements déjà fort nombreux sur les questions de géographie, d'archéologie, etc. qu'il se propose de résoudre. Un cahier renferme l'extrait des passages qui peuvent l'intéresser. Il s'embarque enfin pour Constantinople, où il arrive vers la fin de juillet 1846.

Dans son précédent voyage (voir les *Steppes de la mer Caspienne*), Hommaire de Hell avait exploré les rivages septentrionaux de la mer Noire. Il attachait la plus grande importance à l'étude des bords opposés, étude qui devait lui donner une connaissance complète du périple de ce bassin. Aussi le voyons-nous s'empresser de faire ses préparatifs, toujours si longs en Turquie, et commencer l'exécution de ce projet. Il prend une barque à Térapia, sur le Bosphore, vers la fin du mois d'août, et côtoie le rivage sur ce frêle esquif jusqu'à Varna, au risque d'être submergé vingt fois par la violence des vents. De Varna à Jassi, il voyage par terre, et revient à Constantinople le 11 novembre 1846, par le bateau à vapeur de Galatz. Deux cahiers rendent compte de cette excursion : l'un, consacré à la géographie et à la géologie; l'autre, à la partie pittoresque, à l'archéologie et aux

renseignements de toute nature sur les questions administratives, commerciales, etc.

A son retour, notre collègue entreprend le nivellement du Bosphore qui sert de communication entre la mer Noire et la mer de Marmara, et détermine par une série d'expériences la force et la direction des courants qui règnent dans ce canal. Les résultats de ces deux travaux se trouvent compris dans la lettre adressée de Tauris par l'auteur à M. Élie de Beaumont (1); les éléments qui leur servent de base existent sur les cahiers renfermant la description des environs de Constantinople. Les conclusions sur la constance des courants sont entièrement négatives; la force et la direction des vents régnants exercent sur le mouvement de translation des eaux une grande influence.

L'hiver de 1846-1847 a porté un coup fatal à la santé de notre voyageur. Quelques jours avant mon arrivée à Constantinople (le 27 février 1847), il fut atteint d'une affection de poitrine accompagnée de fièvres intermittentes et dont l'intensité augmentant chaque jour inspirait les plus vives inquiétudes. Le retour du printemps amena une amélioration notable dont les médecins profitèrent pour conseiller un changement d'air. Le malade utilise les loisirs de la convalescence en faisant des excursions géologiques qu'il pousse jusqu'à Broussa. Une question fixe principalement son attention: c'est l'ancien projet de canalisation entre le golfe de Nicomédie (Ismid des Turcs) et la mer Noire, projet remis sept fois à l'étude, depuis les rois de Bithynie jusqu'à la fin du siècle dernier. Le canal destiné à relier les deux mers devait passer par le lac de Sabandja et suivre la vallée du Saridère jusqu'à sa jonction avec le Sakaria (ancien Sangarius) qui débouche dans la mer Noire. D'après le nivellement exécuté par Hommaire de Hell, le point culminant de la plaine qui s'étend entre le golfe et le lac atteint à une altitude d'environ 47 mètres (2); d'où il conclut que :

1° Si le Bosphore n'existait pas, les eaux de la mer Noire pourraient s'élever, déborder par-dessus les plaines du Manitch et se réunir à la mer Caspienne, sans trouver aucun écoulement dans la mer de Marmara. Néanmoins une pareille jonction n'aurait

(1) *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences*, Paris, 1848, t. XXVI, p. 143.

(2) Dans la lettre déjà citée (*Compt. rend.*, t. XXVI, p. 143), on lit 40m,99; mais je trouve dans les journaux de voyage, qu'à ce chiffre, exprimant la hauteur à partir du dernier pont sur le Kirasou, on peut ajouter 5 ou 6 mètres pour la pente du Kirasou à la mer.

peut-être pas lieu, par suite des changements qui se sont opérés dans le régime des fleuves.

2° Des dépôts modernes, dépassant rarement une altitude de 25 à 30 mètres, et renfermant intactes des coquilles marines dont les espèces vivent encore aujourd'hui dans la mer Noire, se trouvent sur le littoral de la Bulgarie, de la Romélie et de l'Anatolie, et sont des témoins d'une plus grande élévation de niveau dans les eaux de la mer Noire. Il faut donc de toute nécessité admettre la fermeture ancienne du Bosphore et sa rupture à une époque rapprochée (1).

A son retour à Constantinople, notre collègue, se croyant complétement rétabli, presse ses préparatifs de départ pour la Perse, traverse le Bosphore le 28 juin, et longe le rivage de la mer Noire en suivant la route de terre. Arrivé à Amassérah, il prend une barque qu'il conserve jusqu'à Trébisonde. Retardé à plusieurs reprises par les gros temps, il ne parvient dans cette ville que le 24 août 1847.

Le 13 septembre suivant, Hommaire de Hell prend la route de Diarbékir (2); il passe par les mines de Gumouch Hané, et tra-

(1) Le *Courrier de Constantinople* du 29 mai 1847 publie le rapport adressé au grand visir par l'auteur, rapport où la question est traitée au point de vue industriel. Dans les circonstances actuelles, il repousse la construction d'une route ou d'un canal, et propose un chemin de *fer en bois*, comme il en existe en Amérique, et sur lequel les wagons tirés par des chevaux parcourent deux lieues à l'heure. Dans son opinion, les cultivateurs des plaines du Sakaria et les exploitants des forêts de Sabandja pourront expédier régulièrement et en tout temps leurs produits aux bords de la mer de Marmara, dans l'espace de quatre ou cinq heures. Tous les besoins seront satisfaits: le sol se couvrira de riches moissons; les plaines marécageuses se transformeront en jardins; Nicomédie, aujourd'hui abandonnée, reprendra sa place parmi les villes importantes de la Turquie; et vers l'autre extrémité de la voie de transport, on ne tardera pas à voir s'élever une seconde ville qui servira d'entrepôt à toutes les productions de la magnifique vallée du Sakaria et de ses riches affluents. Quant aux travaux qu'il serait possible d'entreprendre pour rendre navigable le cours inférieur du Sakaria, il n'en est pas question dans le rapport, l'auteur ne s'étant pas livré à un examen suffisamment complet du régime de cette rivière.

Dans l'état actuel des choses, les marchandises provenant de la vallée du Sakaria et destinées à Constantinople font un immense détour; elles prennent la route de Sinope, où elles sont embarquées sur le bateau à vapeur.

(2) De Trébisonde à Diarbékir, on compte cent vingt-cinq heures de

verse les hautes montagnes qui s'élèvent entre ce hameau et la vallée du Frat (l'ancien Euphrate) dans laquelle se trouvent les villes de Pighian et d'Eghin. Il emploie, pour se rendre de cette dernière ville aux mines de Kéban Maden, un système de locomotion en usage dans le pays. Des outres gonflées d'air, au nombre de 30 à 40, et liées les unes aux autres, forment un radeau sur lequel on fixe avec des cordes un lit de branchages recouvert de planches. Deux hommes munis d'une pelle en bois, dirigent ce flotteur à surface mobile à travers les rapides et savent éviter avec adresse les rochers contre lesquels les eaux du fleuve se brisent dans leur chute. Le long de ce trajet, qui dure moins de quatorze heures, l'Euphrate s'engage dans une série de défilés dont les murailles à pic encaissent son cours et s'élèvent de 300 à 500 mètres au-dessus du fond de la vallée. Auprès de Kéban Maden, le fleuve reçoit le Morad, affluent considérable, dont les sources se trouvent à l'O. du lac de Van.

Au delà des mines, la route traverse les plaines de Kharpout et de Keuveng, franchit la chaîne du Mihrab, descend aux mines de cuivre d'Arghana Maden situées sur les bords du Tigre, et conduit à Diarbékir dont les murs sont baignés par cette magnifique rivière.

Arrivé dans cette ville le 6 octobre 1847, Hommaire de Hell la quitte le 16 et se dirige sur la ville de Van (1). Entre Diarbékir et les montagnes qui bordent le lac de Van s'étendent de vastes plaines coupées de ravins, de collines, de plateaux, et arrosées par le Tigre et ses nombreux affluents. La route remonte pendant deux jours la vallée de l'un de ses tributaires, le Bitlis. Au delà de la ville qui donne son nom à la rivière, se trouve le point de partage des eaux et commence la descente qui conduit sur les bords du lac. En face et sur la rive opposée s'élève la ville de Van.

Notre collègue ne s'arrête que cinq jours dans cette cité, et se met en marche le 3 novembre 1847 pour se rendre à Tauris (2). Il traverse les montagnes qui, formant la séparation entre le lac de Van et le Khotoura, l'un des affluents de la mer Caspienne, servent de limite entre les possessions turques et persanes. Il descend dans

---

marche, ou environ 167 lieues de 4,000 mètres, que Hommaire de Hell parcourt en dix-sept jours.

(1) De Diarbékir à Van, on compte soixante-quinze à quatre-vingts heures de marche ou environ 100 à 107 lieues de 4,000 mètres. Hommaire de Hell parcourt cette distance en douze jours.

(2) De Van à Tauris, on compte cinquante-six à soixante heures de marche, ou environ 75 à 80 lieues de 4,000 mètres, que Hommaire de Hell franchit en neuf jours.

la plaine de Khoï, et franchit le Gherza-Dagh qui borde avec le Kazan-Dagh les rives septentrionales du lac d'Ourmiah.

Depuis son départ de Constantinople, Hommaire de Hell avait ressenti quelques accès de fièvre et de fréquentes oppressions de poitrine dont on retrouve la mention dans son journal. Mais à peine arrivé à Tauris, il est repris des accidents qui avaient inspiré tant d'inquiétude. M. J. Laurens, jeune peintre distingué, son compagnon de voyage, est lui-même en proie à la fièvre dont les premières atteintes s'étaient déclarées à Sinope, et qui avait reparu à plusieurs reprises. Enfin le 11 janvier 1848, les deux voyageurs se trouvent en état de supporter la fatigue du cheval et partent pour Téhéran (1), malgré l'épaisseur de la neige dont le sol est couvert. Les habitants de Tauris leur faisaient espérer qu'après avoir franchi la chaîne du Kaflankou, à quelques lieues au delà de Mianeh, ils trouveraient une température printanière dans les vastes plaines qui s'étendent de là jusqu'à Téhéran. Contrairement à ces prévisions, l'hiver y régnait dans toute sa rigueur, et faisait descendre le thermomètre à 10, 15 et même 17 degrés centigrades au-dessous de zéro. Aussi voyons-nous, à leur arrivée le 9 février, nos deux voyageurs s'aliter de nouveau et se rétablir lentement de leurs souffrances.

Le 29 mars suivant, Hommaire de Hell, accompagné du général Sémino (2) et du colonel Colombari (3), tous deux attachés au

(1) De Tauris à Téhéran on compte cinquante-six à soixante heures de marche, ou environ 75 à 80 lieues de 4,000 mètres. Hommaire de Hell fait cette route en neuf jours.

(2) Le général Sémino, natif de Nice, a servi dans l'armée française d'Italie jusqu'à la restauration. Plus tard, il combattit pour l'indépendance de la Grèce. Il passe ensuite en Crimée, s'attache à l'industrie, entreprend plusieurs voyages dans un but commercial et se rend à Tauris pour se guérir d'une obstruction de foie. Il trouve dans cette ville l'occasion de se lier avec les membres d'une commission envoyée par la compagnie des Indes, et prend part, en qualité d'ingénieur géographe, aux travaux de trigonométrie exécutés de 1824 à 1827, et qui ont servi à dresser la carte publiée à Londres, en 1828, par le colonel W. Monteith, aux frais de la Société royale de géographie. En 1827, M. Sémino entre au service du schah de Perse, et depuis cette époque il a dirigé les opérations militaires et les travaux de siége qui ont eu lieu dans cet empire. Il fut chargé de plusieurs opérations délicates, et fit partie de la commission qui a tracé les limites entre les possessions russes et persanes. Il a recueilli dans ses nombreuses expéditions une masse de documents géographiques qu'il s'est fait un plaisir de communiquer à Hommaire de Hell.

(3) M. le colonel Colombari, originaire de Trévise (Lombardie vé-

service du schah de Perse, part pour explorer le cours de la rivière du Chahroud dont on se propose d'amener les eaux à Téhéran. Il visite les travaux du canal en voie d'exécution, fait les nivellements, s'avance au delà de Gohirtan, situé à vingt-huit ou trente heures (environ 40 lieues) au N.-O. de la capitale, revient sur ses pas, traverse le col de Khialanek, et rentre le 7 avril à Téhéran. Le froid était encore rigoureux à l'époque où cette excursion a été entreprise. La température, toujours au-dessous de zéro, variait dans le jour de 5 à 10 degrés.

De nouveaux et très violents accès de fièvre se déclarent au retour, et se renouvellent jusqu'au départ pour le Mazandéran, dont les plaines se trouvent au delà de la chaîne de l'Elbourz. Pour prévenir toute cause d'erreur, je crois devoir faire observer que notre collègue désigne sous ce nom, dans ses journaux, toute la chaîne de montagnes au N.-O., au N. et à l'E. de Téhéran, et qui forme la ceinture méridionale du bassin de la mer Caspienne.

Le 18 mai 1848, Hommaire de Hell prend la route de Férikinar, ville située sur la mer Caspienne (1). Le troisième jour, environ à 21 lieues de Téhéran et à une lieue au delà de la ville de Démavend, il passe l'axe de la chaîne de l'Elbourz, et descend du col sur les bords du Lar, dont la route suit le cours jusque dans les plaines fertiles du Mazandéran; de Férikinar, il se rend à Astérabad par Fahrabad et Achrev, en longeant le rivage de la mer Caspienne (2).

Arrivé à Astérabad le 7 mai 1848, notre voyageur se met en marche le 13 pour retourner à Téhéran (3). La route remonte une vallée, gravit le mont Sandouk, traverse les pâturages élevés de Tchéhennemé, franchit une seconde montée, mais peu rapide, et descend par un ravin dans la vallée de la Nékha, tributaire de la mer Caspienne, et dans laquelle se trouve, sur un mamelon, le

---

nitienne), est resté 14 ans au service du schah. Il est venu se fixer à Paris, en 1849, et travaille à la rédaction de ses recherches sur l'histoire persane.

(1) De Téhéran à Férikinar, on compte 30 *farsangs*, ou environ 60 lieues de 4,000 mètres. Hommaire de Hell parcourt cette distance en sept jours.

(2) De Férikinar à Astérabad, on compte 40 1/2 *farsangs*, ou environ 81 lieues. Hommaire de Hell fait cette route en huit jours.

(3) D'Astérabad à Téhéran, on compte 67 1/2 *farsangs*, ou environ 135 lieues de 4,000 mètres. Hommaire de Hell fait cette route en treize jours.

village de Radkhan. L'axe central de la chaîne de l'Elbourz s'élève sur ce point entre la vallée de la Nékha et celle de Touwa, où notre collègue arrive le troisième jour (1). A trois *farsangs* de Touwa (environ 6 lieues de 4,000 mètres), on rencontre près d'un village la fontaine de Tchesmé-Ali, considérée comme un lieu saint, et comparable pour sa beauté à la fontaine de Vaucluse. Les eaux de Touwa et celles de Tchesmé-Ali sont des affluents du Chourab, qui passe à Damghan, et là se divise en plusieurs branches et se répand dans les plaines du Khorassan. En quittant la source vénérée, la route se dirige par Poulat-Méhellé, Désafian et Semnan. A partir de cette dernière ville, elle file dans la plaine entre la chaîne principale et une ligne de collines parallèles à la route, et qui se rattachent en plusieurs points à la chaîne. On passe par Laskiert, Déinemek et Kichlak. A 2 lieues de ce dernier village, et environ à 40 lieues de Téhéran, se trouve un étroit défilé encaissé entre des escarpements à pic. Trois quarts d'heure suffisent pour traverser ce passage que Hommaire de Hell désigne dans ses journaux, toutes les fois qu'il en parle, sous le nom de *Portes Caspiennes*. Deux ou trois lieues plus loin se terminent les derniers accidents de la chaîne et commence la plaine.

Rentré à Téhéran le 6 juillet 1848, Hommaire de Hell se dispose, malgré un commencement de dyssenterie, à continuer ses voyages en Perse. Résistant aux conseils de ses amis qui l'engageaient à soigner sa santé et à retourner en France, il part le 2 août, arrive à Hispahan le 16 du même mois et décède le 29 dans cette ville. Cet intrépide voyageur eut à supporter pendant ce dernier trajet plusieurs violents accès de fièvre et de dyssenterie, et des douleurs qu'aggravait encore une chaleur excessive. Cependant il eut le courage de transcrire au net, comme à l'ordinaire, son itinéraire, ses notes géologiques, ses observations de météorologie et de latitude, les renseignements de toute nature et l'emploi de ses journées à Hispahan. La lucidité des idées et la fermeté de l'écriture ne laisseraient pas deviner que la main qui les traçait encore le 23 août a été glacée le 29 par la mort.

Nous devons espérer que les matériaux amassés par notre malheureux confrère ne seront pas perdus pour la science. La clarté

---

(1) Distances d'Astérabad à Touwa : 1° Tchéhennemé, 4 1/2 *farsangs*, ou environ 9 lieues ; 2° Radkhan, 4 *farsangs*, ou environ 8 lieues ; 3° Touwa, 4 *farsangs*, soit 8 lieues. Total : 12 1/2 *farsangs* ou environ 25 lieues de 4,000 mètres.

qui préside à leur rédaction jette une vive lumière sur toutes les questions étudiées pendant le cours du voyage. On y trouve des documents précieux sur l'administration, la politique, l'organisation de l'armée, la législation, le commerce, les populations, la religion, les préjugés, les mœurs et usages, etc., etc. Les itinéraires et les journaux de voyage renferment des données étendues sur la géographie, l'aspect physique du pays, le degré de salure de la mer Noire, du Bosphore, des lacs de Van et d'Ourmiah et de la mer Caspienne, et sur la constitution géologique du sol. Il suffirait de coordonner ces matériaux pour en faire l'objet d'une publication qui intéresserait tout à la fois les savants et les gens du monde.

Parmi ces manuscrits existe la copie des nombreux itinéraires du général Sémino en Perse, et la reproduction graphique de ces mêmes itinéraires. Les observations de cet officier d'un mérite supérieur, réunies à celles d'Hommaire de Hell, pourraient servir à dresser une bonne carte de l'empire persan.

La partie artistique du voyage, confiée au talent de M. Jules Laurens, a fixé l'attention de nos artistes les plus distingués. Ce jeune peintre, qui a prodigué avec une tendresse filiale des soins assidus à notre collègue, a rapporté près de 1,500 dessins composant plusieurs séries d'études, telles que : types des diverses races, ethnologie, paysage, archéologie et profils géologiques. Ces études forment le complément des observations détaillées dans les journaux de Hommaire de Hell.

DEUXIÈME PARTIE. — *Géologie.*

Terrains sédimentaires. — Les fossiles recueillis en Asie par Hommaire de Hell démontrent l'existence des horizons géologiques suivants : 1° Terrain dévonien ; 2° terrain crétacé ; 3° terrain nummulitique ; 4° terrain tertiaire, représenté par l'étage miocène, un dépôt lacustre et le terrain des steppes de la Russie. L'étude des roches de la collection augmente le nombre de ces subdivisions ; je vais les passer successivement en revue.

Terrain demi-cristallin. — Un système composé de schiste talqueux, de schiste argileux passant à la phyllade et au micaschiste, et de calcaire, tantôt grenu, tantôt très compacte et translucide sur les bords, prend un assez grand développement dans la vallée de l'Euphrate, à la jonction du Frat et du Mourad. C'est dans ce terrain que se trouvent les mines de galène argentifère de Kéban Maden, au contact des roches pyrogènes. Le même système se

présente au S. de cette localité sur les bords d'un petit lac au pied du Mihrab. Il est cité par M. W. Ainsworth (1) dans les mêmes montagnes et dans la vallée de l'Euphrate, à Kapour Maden, et par M. W.-W. Smith, dans la chaîne du Taurus. M. de Chancourtois, qui a bien voulu me montrer sa collection recueillie en 1844, signale le même système dans les montagnes de la rive droite du Tigre, sur la route de Djézireh à Diarbékir; de l'autre côté de la vallée du Tigre, Hommaire de Hell le rencontre dans quelques points de la vallée du Bitlis et sur le bord septentrional du lac de Van, et M. de Chancourtois, dans les chaînes qui forment la ceinture méridionale et occidentale de cette vaste nappe d'eau. Cet ensemble de roches paraît donc, dans ces contrées, s'étendre en une large bande, dirigée à peu près de l'E. à l'O., souvent cachée par des dépôts plus récents, et formant la séparation entre les sources du Tigre et celles de l'Euphrate.

Aucun fossile, à ma connaissance, n'a été recueilli dans ce système. D'après le caractère minéralogique des roches, Hommaire de Hell le classe provisoirement dans le terrain de transition; M. de Chancourtois le regarde comme un terrain modifié offrant la plus grande analogie avec celui qu'on a désigné longtemps sous le nom de jurassique alpin. Mais ces deux observateurs reconnaissent que de nouvelles recherches sont nécessaires pour déterminer l'époque de son dépôt. La place que je lui donne ici ne préjuge donc pas la question.

Terrain dévonien.—Les versants méridionaux de la montagne de Tchéhennemé et de l'axe central de la chaîne de l'Elbourz, entre la vallée de la Nekha et celle de Touwa, se composent en grande partie de schiste argileux passant à l'ardoise, de grès et de calcaire, tantôt compacte, tantôt argileux, et facile à se désagréger. Cette dernière variété de calcaire, renfermant quelquefois une prodigieuse quantité de fossiles que réunit un ciment peu abondant, forme le monticule sur lequel repose la forteresse de Touwa.

Maintenant laissons parler M. de Verneuil, qui s'exprime dans les termes suivants :

« Les fossiles les plus nombreux et les plus intéressants de la » collection appartiennent sans aucun doute au terrain dévonien.

---

(1) On trouvera dans l'*Histoire des progrès de la géologie*, par M. d'Archiac, t. II, p. 953 et suivantes, les titres des ouvrages de MM. Ainsworth, Smith, Dubois de Montpéreux qui sont cités dans cette notice.

» Ils ont été recueillis au village de Touwa, et se composent d'en-
» viron 70 échantillons parmi lesquels j'ai reconnu les espèces
» suivantes :

» *Terebratula concentrica*, Buch, fossile abondant dans les dé-
» pôts dévoniens de la Bretagne, de l'Eifel, de la Russie et des
» États-Unis.

» *Terebratula scalprum*, Roemer, espèce dévonienne de l'Eifel
» et de l'Espagne.

» *Terebratula*, voisine de l'*Atrypa boloniensis*, d'Orb., qui se
» trouve à Ferques, près de Boulogne, en France.

» *Terebratula*, deux ou trois autres espèces.

» *Spirifer Archiaci*, Murch., la même variété que celle du cal-
» caire dévonien de Chimay (Belgique).

» *Spirifer* voisin du *S. Verneuili*, Murch., de Ferques et de
» Belgique.

« *Spirifer Seminoi* (1), nov. sp. ; il y en a beaucoup d'échan-
» tillons dont plusieurs en bon état. C'est une belle espèce qui se
» rapproche du *S. Anosofi*, Vern., et qui appartient au même
» groupe que le *S. Verneuili*.

» *Orthis devonica*, d'Orb. C'est la petite variété qu'on trouve
» dans le terrain dévonien d'Espagne.

» *Orthis orbicularis?* Arch. et Vern., probablement la même
» que celle du terrain dévonien d'Espagne et de Bretagne.

» *Orthis striatula*, Schloth., espèce très abondante en tous pays
» dans le terrain dévonien.

» *Leptæna Colombarii*, nov. sp., très belle et bien conservée.

» *Productus subaculeatus*, Murch., du terrain dévonien de Bre-
» tagne, de Belgique, de Russie et d'Amérique.

» *Productus Murchisoni*, Kon., du terrain dévonien de Ferques
» et de Belgique.

» *Evomphalus* indéterminé.

» *Cyathophyllum* et *Retepora*.

» Ce qui à nos yeux donne une grande valeur à ces fossiles, c'est
» qu'ils ajoutent un anneau de plus à cette chaîne de lambeaux
» déjà connus du terrain paléozoïque qui nous permettent de le
» suivre dans ses apparitions sporadiques, depuis Constantinople
» jusqu'au delà de la mer Caspienne.

---

(1) Madame Hommaire de Hell a désiré qu'en témoignage de sa reconnaissance le nom du général Sémino fût associé à une des nouvelles espèces fossiles recueillies par son mari, et celle-ci est une des plus remarquables du genre *Spirifer*.

» La première découverte du terrain paléozoïque dans cette » partie de l'Asie est due à M. Abich. Le savant professeur de » Dorpat recueillit, il y a six ou sept ans, près du couvent de » Corvérab, au pied de l'Ararat, un assez grand nombre de fossiles » que j'ai vus à Berlin chez M. de Buch, et dont la plupart étaient » dévoniens.

» Cette découverte fut bientôt suivie de celle de M. de Tchiha- » tcheff, qui a reconnu le terrain dévonien dans l'Asie Mineure sur » trois points très éloignés les uns des autres : l'un près de Ismid » (l'ancienne Nicomédie), sur la route de Constantinople à Smyrne ; » l'autre près d'Adalia, sur la côte méridionale de la Cilicie Pétrée ; » et le troisième dans l'Anti-Taurus, à quatre journées à l'E. de » Kaisarieh.

» Le terrain dévonien découvert par Hommaire de Hell nous » conduit beaucoup plus à l'E. ; c'est en cela qu'il excite tout notre » intérêt. Il contient plusieurs des fossiles recueillis par MM. Abich » et de Tchihatcheff, et quelques espèces qui n'avaient pas encore » été trouvées en Asie, mais dont la plupart, malgré la distance et » les différences de latitude, sont les mêmes qu'en France, en Bel- » gique et dans l'Eifel. Si des environs d'Astérabad nous suivons » le bord oriental de la mer Caspienne, nous retrouvons le terrain » paléozoïque sur la presqu'île de Mangyschlak où un géologue russe » l'a récemment découvert (1) ; et enfin en suivant à peu près cette » même direction du S. au N., nous arrivons aux monts Mugodjar » et à l'Oural qui tous deux nous offrent un grand développement » de ce même terrain. La localité découverte par Hommaire de » Hell est à cette latitude le point le plus oriental où nous con- » naissions bien positivement le terrain dévonien. Cependant il y » a lieu de croire par un ou deux Spirifers trouvés dans l'Hyma- » laya, qu'il se prolonge dans cette chaîne et s'étend même jusqu'en » Chine, d'où provient un Spirifer décrit par M. de Koninck, et » qui offre tous les caractères d'une espèce dévonienne. Située par » environ 36° de latitude, cette localité de Touwa est en même » temps une des limites méridionales de ce terrain. C'est en effet » à peu près la latitude du nord du Maroc et du sud de l'Espagne, » régions au delà desquelles nous ne les connaissons pas dans cet » hémisphère. »

Terrain jurassique ? — Une empreinte d'Ammonite, dont les caractères ont beaucoup de rapport avec ceux des espèces jurassi-

(1) *Bull., de la Soc. géol.*, 2e sér., t. VII, p. 81.

ques, semble indiquer la présence de ce terrain dans la chaîne de l'Elbourz. D'après MM. d'Archiac et de Verneuil, il serait possible qu'elle appartînt à l'*Ammonites biplex*, Sow. L'échantillon ne porte pas d'étiquette, mais il ne peut provenir que de deux localités citées dans les journaux du voyageur. Hommaire de Hell dit avoir observé des Ammonites dans les collines à l'E. d'Achrev, sur les bords de la mer Caspienne et avoir vainement essayé de les détacher du calcaire. Il dit, en second lieu, que la pierre carrée, sur laquelle les pèlerins musulmans viennent faire leurs dévotions à la fontaine de Tchesmé-Ali, porte l'empreinte d'une Ammonite qui passe pour représenter le chiffre d'Ali. Des échantillons mieux conservés pourront seuls permettre de décider si le terrain jurassique existe réellement dans ces contrées.

Terrain crétacé. — Le deuxième groupe de fossiles appartient au terrain crétacé. Il a été recueilli à Iénissar (Iéni-Hissar), village situé près de Radkhan, dans la vallée de la Nekha, par conséquent au N. de l'axe de la chaîne de l'Elbourz. La roche qui renferme les fossiles est un calcaire blanc, ordinairement compacte, passant à la marne et au calcaire argileux. Elle forme près d'Astérabad les premières collines de la chaîne, recouvre les pentes du mont Sandouk, le plateau de Tchéhennemé et couronne généralement les sommités qui dominent la vallée de la Nekha. En descendant du plateau de Tchéhennemé, on voit ce dépôt reposant en stratification discordante sur le terrain dévonien. M. de Verneuil rappelle que, dans la presqu'île de Mangyschlak, citée précédement, la craie recouvre également le terrain paléozoïque.

M. d'Archiac a reconnu parmi les fossiles de la collection les espèces suivantes, qui paraissent provenir de la même couche :

Ananchytes semiglobus, Lamk. Craie supérieure de l'ouest de l'Europe.

Terebratula subrotonda, Sow. Craie supérieure de l'ouest de l'Europe.

Ostrea globosa Sow., var. de l'*O. vesicularis* de l'ouest de l'Europe.

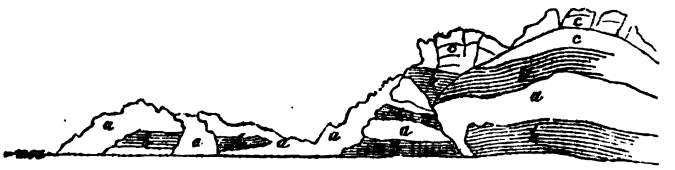
Phasianella Hommairi? (nov. sp.). Moule d'une espèce voisine de la *P. neocomiensis*, d'Orb.

Ammonites Laurensi, nov. sp., quoique voisine d'espèces connues.

On sait que le terrain crétacé existe sur le littoral asiatique de la mer Noire et dans les vallées de l'Euphrate et du Tigre. Je suis

donc autorisé à lui rapporter certains échantillons dépourvus de fossiles, composés de calcaire compacte, de grès et d'argile schisteux et recueillis sur le bord de la mer Noire et sur la route de Trébisonde à Van. Hommaire de Hell ne se prononce pas sur l'âge des couches à combustible subordonnées à des grès qu'on observe entre Erégli et Amassérah. M. de Tchihatcheff, se réservant d'étudier de nouveau cette question, paraît disposé à les classer provisoirement dans la craie dont il a constaté la présence près de ces deux villes (1). De son côté, M. de Chancourtois signale entre Gumouch Hané et la vallée de l'Euphrate, sur la route suivie par Hommaire de Hell, des Ammonites qu'il a vainement essayé de détacher du rocher. Enfin, les recherches de voyageurs anglais déjà cités démontrent la présence de la craie sur d'assez grandes étendues dans les montagnes des vallées de l'Euphrate et du Tigre, et semblent annoncer que les Ammonites en question sont des espèces crétacées.

Parmi les coupes prises par Hommaire de Hell dans les environs de Constantinople, l'une d'elles mérite à mon avis d'être mise sous vos yeux. Elle représente les rochers situés sur la côte européenne de la mer Noire, près des pêcheries de Kila, à 1/4 de lieue au plus du village de Kila, et environ à 2 lieues à l'O. des îles Cyanées (2).



a Roches pyrogènes.
b Grès schisteux en couches minces.
c Grès à cassure terreuse, en couches plus épaisses, renfermant des cailloux, des galets et des coquilles.

Les roches pyrogènes recueillies dans cette localité sont analogues à celles des îles Cyanées et rentrent dans la catégorie des roches pyroxéniques. Le grès fossilifère, d'un gris jaunâtre, est

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. VII, p. 400. Voy. le même mémoire de M. de Tchihatcheff pour les autres citations qui se trouvent dans le cours de cette notice.

(2) Je me dirigeais le 1er janvier 1848 vers les rochers figurés sur cette coupe, lorsque surpris par une pluie battante et glacée, j'ai dû me contenter de recueillir une série d'échantillons des roches pyro-

une variété du macigno de M. Cordier; il se compose principalement de grains de quartz, de cristaux roulés de feldspath réduits en presque totalité à l'état de kaolin, et que réunit un ciment marneux, faisant effervescence avec les acides. Je transcris le passage d'une lettre de M. d'Archiac relatif aux fossiles que renferme cette roche arénacée : « Les deux échantillons que vous m'avez montrés » annoncent l'existence certaine du *terrain crétacé* en cet endroit. » L'un est le *Pecten quadricostatus*, Sow., la coquille la plus » caractéristique de la craie tuffeau supérieure; on ne peut le » distinguer des individus de France, d'Angleterre et d'Al- » magne, et ce qui ajoute à son intérêt, c'est qu'en cassant un » échantillon de grès brun d'Erégli, à l'E. de Nicomédie, rapporté » par M. de Tchihatcheff, j'ai découvert la même coquille avec la » petite *Terebratula disparilis* de Rouen et l'*Alveolina cretacea*. » C'est le seul individu que je connaisse de l'Asie Mineure où les » fossiles évidemment crétacés n'ont été trouvés à ma connais- » sance que sur ce point ou dans la même région, les rudistes si » souvent mentionnés étant encore pour moi assez douteux. Le se- » cond échantillon de Hommaire de Hell est une Exogyre, qui peut » être l'*E. plicata*, Goldf.; mais il est trop mal conservé pour qu'on » puisse rien préciser à son égard. »

Les diverses coupes prises sur le littoral de la mer Noire par Hommaire de Hell le conduisent à penser que les roches pyrogènes ne sont pas toutes de la même époque, et que ces localités ont été pendant une longue suite de temps le théâtre de nombreuses éjections. Parmi ces roches, les unes sont évidemment postérieures au grès fossilifère; les autres, d'après cet observateur, paraissent être arrivées au jour pendant que s'effectuait le dépôt des couches sédimentaires.

Terrain nummulitique. — Le troisième groupe de fossiles trouvés dans la collection se compose d'échantillons recueillis dans quatre localités différentes que nous allons successivement passer en revue.

Première localité. — Le petit port de Chilli, situé environ à 5 lieues à l'E. du Bosphore, est abrité par trois îlots qui se composent de couches marneuses, passant à la mollasse, et de calcaire

---

gènes et de leurs conglomérats. N'ayant pas étudié la localité dans ses détails, je reproduis le dessin de H. de Hell avec fidélité, mais réduit à moitié de sa grandeur, et je n'ai pas cherché à interpréter certaines incertitudes qu'il présente sur les rapports des diverses roches entre elles, incertitudes qui n'existaient certainement pas dans l'esprit de l'observateur.

grossier, avec parties spathiques et parties très compactes. Les couches faiblement inclinées renferment des Nummulites parmi lesquelles M. d'Archiac a reconnu les espèces suivantes :

Nummulina elegans ? Sow.; *N. variolaria*, Lam.; *N. discorbina*, Schloth., var. *b*.

Hommaire de Hell a découvert le même terrain à Kara Bournou, sur la côte d'Europe, environ à 12 lieues à l'O. du Bosphore. Les échantillons de coquilles et de polypiers de cette localité, déposés au muséum du Jardin des Plantes, n'ont pas encore été soumis à l'examen des paléontologistes, à qui ils offriront certainement beaucoup d'intérêt; mais, ayant eu moi-même l'occasion d'explorer cette localité, je rendrai compte de mes observations dans une notice séparée.

Le terrain nummulitique se présente sur des points nombreux du littoral de la mer Noire aux environs de Chilli, et entre ce village et Trébisonde. Notre collègue rapporte à ce dépôt certaines falaises, notamment à l'O. du fort de Kaïakalé, composées de calcaire et de marnes, et certains grès et conglomérats en contact avec des roches pyrogènes dont les fragments sont empâtés dans ces couches arénacées.

Deuxième localité. — A peu près à égale distance de Kéban Maden et de Kharpout, on quitte le terrain demi-cristallin, et l'on descend dans une plaine où apparaissent des calcaires et des grès à Nummulites. Les fossiles, reconnus par M. d'Archiac, sont : *Nummulina Ramondi*, Defr.; *N. intermedia*, d'Arch., et *N. lævigata*, var. Lamk.

Troisième localité. — Notre collègue n'a recueilli de Nummulites ni dans la vallée du Tigre d'où plusieurs observateurs en ont rapporté, ni sur la route de Van à Téhéran qu'il a parcourue en hiver. Ses recherches au N.-O. de cette dernière ville ont été plus heureuses. Le porphyre pyroxénique constitue tout un versant de la montagne de Khialanek; sur le versant opposé, et presque à la hauteur du col, se montrent un calcaire pétri de Nummulites, plus bas, du grès et de l'argile schisteuse, et, au pied de la montagne, la roche pyrogène accompagnée de conglomérats verdâtres et bleuâtres qui rappellent ceux du Bosphore. D'après M. d'Archiac, les espèces provenant du col de Khialanek sont au nombre de quatre : *Nummulina spissa*, Defr. et les trois espèces précédentes; *N. Ramondi*, *intermedia* et *lævigata*.

Quatrième localité. — En traversant l'axe central de la chaîne de l'Elbourz, entre Radkhan et Touwa, on trouve le calcaire à Nummulites sur le versant septentrional. L'échantillon qui figure

dans la collection renferme la *N. Ramondi*, Defr. En descendant à Touwa, Hommaire de Hell a recueilli un échantillon d'un calcaire compacte, blanchâtre, qu'il rapporte au même terrain. Cette roche ne renferme pas de Nummulites comme la précédente. On y observe seulement des concrétions calcaires aplaties, à couches concentriques et dont la coupe présente au premier coup d'œil assez d'analogie avec celle de ce genre de fossiles. Malheureusement le journal de voyage ne donne aucun détail sur les motifs qui ont porté notre collègue à classer ce calcaire dans le terrain en question. M. d'Archiac fait observer que si l'existence du dépôt nummulitique sur le versant méridional était bien prouvée, elle serait en désaccord avec les observations antérieures de M. Woskoboïnikow et avec ses idées sur les deux époques de soulèvement qui ont affecté, d'après cet observateur, la chaîne de l'Elbourz.

La découverte de la *Nummulina spissa*, Defr., observée au col de Khialanek, inspire à M. de Verneuil la réflexion suivante : « Cette même espèce a été rapportée de la province de Cutch par » M. Grant, et décrite par M. Sowerby, sous le nom de *N. obtusa ;* » plus récemment, M. Vicary l'a trouvée dans les couches corres- » pondantes de la chaîne d'Ilata, située plus au N. Il n'y a environ » que 15 degrés de longitude entre les montagnes des bords de l'In- » dus et les points qu'a atteints Hommaire de Hell ; ses découvertes » établissent véritablement une espèce de lien entre le terrain » nummulitique de l'Inde et ceux de l'Asie Mineure. »

On sait que le gypse se montre en Asie sur de vastes étendues. Partout où il a été observé, il est ordinairement accompagné de sel gemme ou de marnes salifères, et quelquefois de lignites ou de couches charbonneuses. Les auteurs ne sont pas d'accord sur l'âge de ces dépôts qui appartiennent peut-être à des époques différentes. Les premiers observateurs les ont rapportés au *trias ;* mais leur opinion paraît abandonnée. M. Dubois de Montpéreux dit que le sel gemme et le gypse de la Géorgie sont recouverts à Akhaltzikhé par le terrain à Nummulites. D'après M. Ainsworth, les crêtes qui s'élèvent sur la route du Farsistan à Persépolis par Chiraz renferment du gypse subordonné à la formation tertiaire inférieure ; le même auteur signale dans le groupe gypseux du Kurdistan méridional (collines de Kifri, etc.) des Cyclades et d'autres fossiles d'eau douce, et sur d'autres points (Irzah, vallée de l'Euphrate) des coquilles marines associées aux précédentes. Il considère le gypse marin de Jaber comme plus ancien que celui de Hit (même vallée). Enfin, M. de Tchihatcheff vient de placer les dépôts de l'Asie Mineure dans la partie supérieure du terrain num-

mulitique. Les opinions les plus récentes s'accordent, malgré leur divergence, à regarder ces nombreux dépôts gypseux comme postérieurs à la craie. Ceux qui ont été observés par Hommaire de Hell paraissent être dépourvus de fossiles, et ne jettent, par conséquent, aucune lumière sur la question controversée. C'est donc seulement par analogie et conformément aux idées de M. de Tchihatcheff, que je les rattache au terrain nummulitique.

Les montagnes qui forment la séparation entre la vallée du Kourou Tchaï et celle de l'Euphrate (route de Gumouch Hané à Pighian) se composent en grande partie de gypse, quelquefois cristallin, associé à des argiles schisteuses. Ces couches sont suivies de grès et de conglomérat qui se rattachent à des roches pyrogènes. Un échantillon de calcaire grossier, recueilli dans la vallée du Kourou Tchaï, renferme un Peigne et d'autres fossiles marins trop mal conservés pour être déterminés, mais qui paraissent appartenir à des Alvéolines et à des Nummulites. Ce calcaire, subordonné à des grès grossiers, repose sur un conglomérat; il est recouvert de calcaire compacte. Notre collègue ne dit pas si le groupe gypseux se lie au dépôt marin; il fait seulement observer que l'Euphrate, au lieu de traverser la formation gypsifère facile à entamer, s'engage entre Pahastach et Pighian dans une fracture ouverte à travers un éperon de calcaire compacte.

Les couches gypseuses du Kurdistan méridional, décrites par les voyageurs, sont associées à des grès rouges, à des marnes et à des argiles diversement colorées. Il est assez probable que les grès rouges recueillis par Hommaire de Hell dans la vallée du Bitlis appartiennent au même dépôt. Ces grès sont accompagnés de marne et de calcaire qui paraît être fossilifère; le tout repose sur des conglomérats.

D'après notre collègue, les premières collines à l'E. de Téhéran, qui s'appuient contre le versant méridional de la chaîne de l'Elbourz, se composent exclusivement de couches où le gypse est la roche dominante. Les roches subordonnées sont des marnes plus ou moins argileuses et salifères, des grès verdâtres et des conglomérats. Ce dépôt a été suivi depuis Semnan jusqu'à Eivanek, sur une étendue de près de 50 lieues. Il constitue le chaînon à travers lequel s'ouvre le passage dit des *Portes Caspiennes*, et se reconnaît encore au loin dans les accidents du sol au S. de la route. Les pentes des collines sont souvent revêtues de ce genre de cristallisation qu'on désigne sous le nom d'efflorescences. Des sources d'eau salée s'échappent des contre-forts de la chaîne, déposent du sel sur le bord des ruisseaux, et recouvrent d'efflorescences la

plaine où se développe une végétation saline de couleur rougeâtre. Les eaux douces qui alimentent les villages le long de la chaîne viennent de la partie centrale ; elles deviennent légèrement saumâtres en traversant les contre-forts, qui heureusement ne leur envoient pendant l'été qu'un faible tribut.

Le groupe gypseux paraît prendre un grand développement dans la chaîne dont le voyageur suit la base septentrionale sur la route de Téhéran à Hispahan ; du moins, il en sort de nombreux ruisseaux d'eau salée comme de la chaîne de l'Elbourz.

Les observations précédentes conduisent naturellement Hommaire de Hell à attribuer les efflorescences salines des déserts de la Perse aux produits des sources et non au retrait récent de la mer.

Ce voyageur a visité dans la vallée du Chahroud, où les roches pyrogènes abondent, des excavations qui ont servi à extraire de la houille. Ces recherches superficielles se trouvent au delà de Kaserseng, à l'entrée des montagnes, et environ à 35 lieues au N.-O. de Téhéran. Sur une roche pyrogène noirâtre (1) repose un calcaire gris bleuâtre, suivi d'un grès schisteux qui renferme le combustible. Notre collègue ne se prononce pas sur l'âge de ce terrain ; à plus forte raison garde-t-il la même réserve sur des dépôts charbonneux qu'il n'a pas vus, et qui existent, dit-on, à Chacou et à Ramian, sur les bords de l'Atuk, à 30 lieues (15 farsangs) d'Astérabad. Cependant un passage du journal de voyage semble indiquer, mais sous forme dubitative, que ces dépôts de combustibles pourraient bien être subordonnés au terrain dévonien de la chaîne de l'Elbourz. Faute de données précises, je cite les faits à titre de renseignements, et je laisse la question d'âge à décider aux futurs observateurs.

Terrain tertiaire. — Un Clypéastre du même groupe que le *C. altus*, arrivé à Paris sans étiquette, annonce l'existence de l'étage miocène dans les contrées parcourues par notre collègue. M. Laurens croit se rappeler que ce fossile n'a pas été trouvé en place par son compagnon de voyage, et qu'il a été offert en cadeau. Il est possible qu'il provienne de la vallée du Tigre, où, d'ailleurs, M. Ainsworth et d'autres observateurs ont trouvé un grand nombre de coquilles dont la liste paraît annoncer la présence de l'*étage tertiaire moyen.*

---

(1) Les échantillons recueillis au mont Mianviché, à 4 lieues de Kaserseng, sont des leucostites et des porphyres pyroméniques de M. Cordier (mélaphyres de certains auteurs), qui paraissent très abondants dans la vallée du Chahroud.

Un *dépôt lacustre* renfermant des Cyclades, de grosses Paludines et une Anodonte, se présente sur la route de Gumouch Hané à Pighian, sur l'Euphrate. On le trouve dans la vallée du Tchak Souïou, tributaire de la mer Noire. La roche qui renferme les fossiles est un calcaire marneux contenant des parties argileuses verdâtres ; elle repose sur des conglomérats et supporte une assise calcaire assez puissante. Des roches pyrogènes ont fait éruption dans la même vallée, et leurs conglomérats paraissent se lier aux précédents. Hommaire de Hell n'a pas observé de couches gypseuses dans ce dépôt lacustre. C'est pour ce motif que je le place dans le terrain tertiaire, sans chercher à lui assigner une position déterminée. Il serait intéressant d'examiner s'il se rattache à la puissante formation gypseuse de la vallée du Kourou-Tchaï, précédemment décrite, et qui se trouve à 12 ou 15 lieues plus à l'E.

Un terrain, que M. de Verneuil identifie avec celui qu'il a fait connaître sous le nom de *calcaire des steppes de la Russie*, existe sur les bords de la mer Noire à Sinope. Il est également cité dans le journal de Hommaire de Hell, sur les bords de la mer Caspienne, entre Fahrabad et Achrev ; mais sa présence dans cette dernière localité n'est constatée par aucun échantillon. Les coquilles recueillies à Sinope sont friables, tantôt entières, tantôt brisées et faiblement agglutinées. On y remarque comme en Russie la prédominance des bivalves sur les univalves. Les espèces n'ont pas été déterminées.

Terrain quaternaire et alluvial. — Les alluvions recouvrent de vastes surfaces sur la route de Tauris à Téhéran, et sur le chemin de Téhéran à Hispahan. Une multitude de petites collines allongées dans tous les sens s'élèvent au milieu de ce dépôt. Les unes se rattachent aux chaînons principaux ; les autres, complétement séparées, ressemblent à des îlots. On pourrait comparer ces nappes alluviales à une masse liquide envahissant une contrée montagneuse, et qui, après avoir recouvert les parties basses, se serait subitement solidifiée autour des parties saillantes placées au-dessus de son niveau supérieur.

Dans quelques vallées, notamment dans celles de l'Euphrate et du Kourou-Tchaï, des conglomérats en couches horizontales encaissent le cours des rivières et forment des escarpements de 50 à 60 mètres de hauteur.

Le versant septentrional de la chaîne de l'Elbourz, sur la route de Radkhan à Touwa, est recouvert d'un manteau de cailloux roulés. Sur un autre point du même versant, la rivière du Lar est généralement bordée depuis Ask, village situé presque à la base du

pic du Démavend, jusqu'à la plaine du Mazandéran, d'un terrain de transport en couches horizontales, offrant une épaisseur de 10 à 15 mètres, et composé au pied de la chaîne d'énormes fragments appartenant à toutes les roches voisines. On y observe quelquefois une assise de sable jaunâtre. En descendant du col du Démavend, et presque à la base de la montagne, Hommaire de Hell voit une roche pyrogène (péridotite de M. Cordier) reposer sur un conglomérat moderne en couches horizontales, dont la composition n'est pas indiquée. Il signale encore dans la vallée du Lar, à 6 lieues d'Ask, un conglomérat formé de sable, de gravier et de gros fragments. Ce dépôt moderne, offrant une épaisseur de 50 à 60 mètres, couronne de ses couches horizontales les sommités des montagnes de la rive gauche, et ne paraît pas exister sur la rive opposée (1).

Les conglomérats du versant méridional de la chaîne de l'Elbourz semblent, d'après les descriptions du journal de voyage, n'avoir aucune analogie avec ce dépôt moderne. Ils font partie de différents terrains sédimentaires en couches inclinées et présentant une composition de roches très variées, ou bien ils se relient à des roches pyrogènes. Les alluvions occupent le fond de quelques vallées; on observe aussi quelquefois des amas assez considérables de détritus qui doivent leur origine à la structure de la chaîne. Les couches, inclinées vers le N., présentent leur tranche au S. et produisent de ce côté des escarpements ou des pentes rapides dont la base est garnie d'atterrissemens.

Roches d'origine ignée (2) — Les roches d'origine ignée recueillies en Asie par Hommaire de Hell sont : le granite et ses variétés, la serpentine et l'euphotide, la diorite, le trachyte et des roches pyroxéniques.

Les *roches granitiques* se montrent sur le versant méridional du mont Karakaban et près de Stavri, environ à 16 lieues au S. de Trébisonde, et à 8 lieues au N. de Gumouch Hané. Elles forment aux environs de Gumouch Hané un massif assez étendu, et depuis cette localité jusqu'à Oulou Scheïlan Keuï, village situé dans la vallée du Scheïlan, à 15 lieues au S.-O. de Gumouch Hané, elles

(1) La vallée du Lar offre une autre particularité : les roches pyrogènes qui constituent le sommet et la pente du Démavend se montrent à chaque instant au delà du village d'Ask, sur la rive gauche de la rivière qui leur sert de limite. C'est seulement après avoir dépassé les hauteurs couronnées par le conglomérat moderne qu'on les aperçoit sur la rive droite.

(2) M. Cordier a eu l'extrême obligeance de vérifier mes déterminations de roches. Je lui adresse de bien vifs remercîments.

constituent les principaux accidents du sol. De temps en temps, elles sont recouvertes par des dépôts sédimentaires et par des roches pyrogènes feldspathiques ou pyroxéniques. Le granite passe à la syénite. La protogine de Gumouch Hané passe au porphyre pétro-siliceux talcifère, tantôt uniforme, tantôt quartzifère. Ces variétés de roches, colorées en rouge de diverses nuances, se montrent au milieu de couches très inclinées et composées de schiste argileux endurci, jaunâtre, verdâtre et rougeâtre, de dioritine, de quartzite, de jaspe, etc. A Gumouch Hané, elles sont recouvertes d'un calcaire compacte, en couches horizontales et renfermant des filons de galène argentifère.

La *syénite* de couleur rougeâtre a été recueillie (s'il n'y a pas erreur d'étiquette) sur le bord de la mer Noire, à Hadji vel Oglou, entre Inéboli et Sinope. D'après le journal de voyage, la côte se compose sur ce point de couches calcaires et marneuses. Il est donc très probable que l'échantillon n'a pas été pris en place, et qu'il provient de lest, abandonné sur le rivage.

Des *roches granitiques* colorées en rouge ont été observées par Hommaire de Hell sur la route de Téhéran à Hispahan. Elles commencent à se montrer à une demi-lieue au delà de Kachan, et composent en partie le massif de la chaîne dont les sommités sont recouvertes de calcaires. On les voit reparaître de distance en distance sur une étendue de plusieurs lieues.

Diorite. — Certains échantillons, rapportés au diorite, laissent de l'incertitude sur leur classification. Celle de Déli-Skélessi, sur la mer Noire, pourrait bien être l'ophitone de M. Cordier. Le diorite bien caractérisé se trouve dans la vallée du Tchak Souïou, tributaire de la mer Noire. Il constitue de grosses masses et le sommet déchiqueté de quelques collines, à 3 ou 4 lieues de Kéban Maden, sur la route de Kharpout.

La *serpentine* provient de deux localités; elle se trouve dans la vallée du Tchak Souïou, vallée où notre collègue a observé le terrain lacustre caractérisé par des Cyclades, de grosses Paludines et des Anodontes. Elle existe encore dans la vallée du Bitlis, à une lieue de Ziareth.

L'*euphotide* se rencontre à Kartalan, à 10 lieues de Van, sur la route de Khoï.

Roches pyroxéniques. — Les roches que caractérise le pyroxène offrent une grande variété de composition, de grain et de coloration. Elles présentent des passages insensibles de l'une à l'autre, et appartiennent aux variétés que M. Cordier désigne sous le nom de *mimosite*, *ophitone*, *gallinace* et *basanite*. Le véritable *basalte*

ne paraît pas exister dans ces contrées, ou du moins il ne se trouve pas représenté dans la collection.

Porphyre pyroxénique. — Il forme le long de la mer Noire des rochers qui prennent quelquefois un assez grand développement. Les échantillons ont été recueillis au cap de Kara Bournou, à 3 ou 4 lieues à l'E. du Bosphore; à Kasal Ask, à l'O. de Kidros; au mont Boz Tépéh, près de Sinope; au cap d'Evren Bournou; au cap Kéréli; au mont Boz Tépéh qui domine Trébisonde. D'autres échantillons ont été pris au delà de Serzi, route de Diarbékir à Van, et à 3 lieues au delà de Van. Sa présence est encore constatée au N.-O. de Téhéran, au mont Mianviche, vallée du Chahroud.

Mimosite.—Cette roche se trouve à Téréboli, sur la mer Noire.

Ophitone. — Cette roche provient de Délichéli Skélessi et de la côte à l'E. de Kaïakalé, localités situées sur la mer Noire.

Gallinace passant à l'obsidienne. — A été recueillie sur la mer Noire, à l'E. de Chilli.

Les premières éruptions des roches ci-dessus paraissent être antérieures au terrain nummulitique; comme sur le littoral européen de la mer Noire, leurs débris sont intercalés dans les couches à Nummulites.

Basanite. — Le basanite est d'une époque récente; il forme des coulées qui reposent sur les alluvions actuelles de la plaine de Kharpout et de la vallée du Tigre à Diarbékir. Il se trouve encore dans la plaine de Bérémas, près du lac de Gheultchuk, au pied de la chaîne du Mihrab, et dans la vallée du Bitlis, une lieue et demie avant Doukhan.

Cinérites.—Des cendres pyroxéniques ont été recueillies près du bord occidental du lac de Van, à une lieue de Tadvan. Elles sont accompagnées de scories et forment un dépôt considérable annonçant le voisinage du volcan éteint dont M. de Chancourtois nous a promis la description.

Roches trachytiques.—Ces roches sont représentées dans la collection par des variétés que M. Cordier désigne sous les noms de *trachyte*, de *leucostite*, d'*obsidienne et de péridotite.*

Trachyte. — Cette roche provient de Moukada Skélessi, sur la mer Noire, à l'O. d'Amassérah.

Leucostite. — La leucostite ou *porphyre trachytique* forme, de même que le porphyre pyroxénique, plusieurs points de la côte de la mer Noire, tels que les rochers près de Kasal Ask déjà cités, ceux d'Aï-Nicolas, le cap à l'E. de Kaïakalé, les environs de Téréboli et le cap de Kéréli. Le versant septentrional et le sommet du

mont Karakaban se composent de roches pyrogènes. L'échantillon qui provient de cette montagne présente des caractères indécis et appartient, soit à la leucostite, soit au porphyre syénitique. Il en est de même de la roche prise sur la route de Van à Khoï, dans la vallée de Khoï et à 8 lieues avant d'arriver à cette dernière ville. Du reste, la leucostite existe dans la même vallée. Elle se trouve encore dans la vallée de Keusub Tach, située entre les vallées du Tchak Souïou et du Kourou Tchaï. On la voit dans la chaîne de Kaflankou, sur la route de Tauris à Téhéran. Au N. O. de cette dernière ville, elle forme avec le porphyre pyroxénique le mont Mianviché. Elle apparaît à plusieurs reprises dans la vallée du Lar, en aval du village d'Ask Une variété de leucostite passant au trachyte constitue le pic du Démavend et le versant septentrional de la montagne jusqu'au village d'Ask. Elle est très riche en cristaux de quartz, et renferme du mica, de l'amphibole et un peu de pyroxène. La *péridotite*, qui se montre à ses limites, repose sur le conglomérat moderne dont j'ai déjà parlé et sur un autre point de la vallée, près de la sortie des montagnes.

L'*obsidienne* provient de la localité à l'E. de Kaïakalé, où la présence de la leucostite a été constatée.

Les premières éruptions trachytiques paraissent être antérieures au terrain nummulitique. Ses fragments, mêlés à ceux du porphyre pyroxénique, se trouvent dans les couches près de Kaïakalé qui très probablement renferment des Nummulites. La péridotite paraît être bien récente, puisqu'elle repose sur un conglomérat moderne.

Les roches pyrogènes se présentent sur une foule d'autres points mentionnés dans le journal de voyage, et qu'il serait trop long d'énumérer.

Je me suis proposé, en rédigeant cette notice, de donner une idée sommaire des travaux d'Hommaire de Hell; je dois nécessairement négliger beaucoup d'observations très intéressantes qui trouveraient leur place dans un mémoire spécial.

A la suite de cette communication, M. Viquesnel lit la note suivante :

Note sur l'emplacement du Bosphore à l'époque du dépôt du terrain nummulitique; par M. A. Viquesnel.

Indépendamment des terrains reconnus par ses devanciers sur le littoral européen de la mer Noire, Hommaire de Hell a constaté

le premier l'existence du calcaire à Nummulites au cap de Kara-Bournou, situé à 12 heures de marche (environ 60 kilomètres) à l'O. du Bosphore. De cette observation, faite seulement sur la côte, il tirait la conclusion que le terrain de transition ne formait qu'un îlot de peu d'étendue à l'O. du canal. Il me proposa d'explorer avec lui, sur une certaine étendue, les sommités qui constituent l'axe de la chaîne côtière de la mer Noire, et de vérifier ensemble la valeur de son hypothèse. L'état de sa santé le força à renoncer à cette excursion. A mon retour à Constantinople, sachant que mon malheureux ami s'était dirigé sur l'Asie sans pouvoir s'occuper de cette question, je partis le 24 décembre 1847, dans l'espérance de la résoudre, malgré la rigueur de la saison qui rendait très pénibles les observations géologiques. Le résultat de mes explorations me paraît mériter de fixer un instant votre attention.

Les schistes cristallins (gneiss, micaschiste, etc.,) constituent entre Bourgas, Kirk-Kilissé, Séraï et Ormanli, un massif dont l'extrémité orientale s'étend plusieurs lieues au delà des limites tracées par M. Boué sur la carte coloriée de la Turquie (1). Ils forment encore à 2 lieues à l'O. S.-O. d'Ormanli, et à 7 lieues à l'O. du cap de Kara-Bournou, la double sommité du mont Kouch-Kaïa, dont l'altitude parvient, d'après mes mesures barométriques, à 388 mètres. On les voit s'abaisser à l'E. vers le lac de Derkos, et disparaître sous le terrain tertiaire à lignite, connu depuis longtemps, qui se montre presque sans interruption sur le rivage de la mer Noire, depuis Kila jusqu'au delà de Karadjia. Du haut de ce promontoire cristallin, placé en dehors de l'axe géographique de la chaîne, le regard découvre au S. et au S.-O. des plateaux gazonnés, formant la ligne de partage des eaux entre les deux mers, et dont la hauteur absolue paraît être inférieure à 200 mètres. L'uniformité de leur profil et leur aspect physique, qui rappellent tous les caractères des plateaux tertiaires, situés à peu près au même niveau au S. de la chaîne et au N. de Silivri, contrastent avec les formes accidentées des montagnes cristallines, et semblent annoncer un changement de terrain.

La formation nummulitique se développe sur la côte depuis le cap de Kara-Bournou jusqu'à la petite plaine sablonneuse que traverse le ruisseau donnant issue aux eaux du lac de Derkos. Les couches plongent sur cette étendue vers le centre de la péninsule; mais, au point culminant du cap, elles sont verticales et présentent sur un petit espace une inclinaison en sens inverse. Si de ce point

(1) La *Turquie d'Europe*. Paris, 1840.

on s'avance vers le N., en passant par les villages de Derkos et d'Aïakadin, on marche tantôt sur le calcaire à Nummulites, tantôt sur un dépôt plus récent qui le recouvre, nivelle ses inégalités et se compose de gravier avec cailloux roulés, de sable et d'argiles calcarifères ou sableuses. Ce dernier dépôt fait partie du terrain à lignite déjà cité. A un quart de lieue d'Aïakadin, le calcaire à Nummulites, faiblement incliné vers la mer de Marmara, forme un plateau dont je n'ai pas mesuré la hauteur, mais qui certainement est inférieur à 200 mètres. Cette plate-forme mamelonnée détermine le point de partage des eaux entre les deux mers. Elle est couronnée d'une couche de 3 à 4 mètres d'épaisseur, de gravier et de cailloux roulés, disséminés dans une marne sableuse. Cette dernière assise me paraît représenter soit la partie supérieure du terrain à lignite, soit un dépôt plus récent.

L'état des routes devenues impraticables ne m'a pas permis de suivre le développement de la formation nummulitique sur le versant méridional de la chaîne cotière ; mais, pendant le cours de mon voyage, j'ai pu l'étudier dans un grand nombre de localités. J'ai trouvé les Nummulites et les fossiles caractéristiques qui les accompagnent dans le calcaire de Séraï, de Visa, de Bounar Hissar, de Kirk-Kilissé, déjà décrit par M. Boué (1). Aux environs de Silivri, cette roche ne se montre nulle part à découvert, mais elle est employée dans les constructions. Elle constitue en partie, au S.-O. de Kanos, les collines qui séparent la mer de Marmara du golfe de Saros, et plus loin les escarpements de la baie de Xéro (Ibridjé des Turcs); elle enveloppe d'une ceinture les parties médionale, orientale et septentrionale du massif du Rhodope, et pénètre assez avant dans la vallée de l'Arda, principal affluent de la Maritza.

De cet ensemble de faits résulte la preuve évidente qu'à l'époque du dépôt nummulitique il existait à quelques lieues à l'O. du Bosphore actuel, dont l'ouverture est plus récente, un autre Bosphore ou canal de communication entre la mer Noire et le bassin de la Thrace.

M. de Verneuil place la dislocation qui a creusé le Bosphore de Thrace postérieurement à la sortie des roches pyrogènes de Buyuk Liman, des îles Cyanées, etc., et à peu près vers la fin des dépôts tertiaires (2). M. Virlet paraît partager cette opinion. M. Boué (3)

(1) Turquie d'Europe, Paris, 1840, t. I, p. 322.
(2) *Bull. de la Soc. géol.*, 1re sér., t. VIII, p. 268 et suivantes
(3) *Turquie d'Europe*. Paris, 1840, t. 1er, p. 324.

et M. Dubois de Montpéreux (1) considèrent cette fracture comme contemporaine des dislocations survenues à la fin de l'époque quaternaire. En effet, les roches de transition et les roches pyrogènes se montrent seules à découvert de chaque côté du canal; le terrain tertiaire et le lehm n'y pénètrent pas. Mais en suivant la route de Constantinople à Agatchili, près de la mer Noire, j'ai observé sur le haut des collines quelques lambeaux épars d'un dépôt argileux rougeâtre, mélangés de grains de quartz, et qui paraissent formés de détritus remaniés des roches anciennes sous-jacentes. On remarque même dans un de ces amas, un peu avant de descendre dans la vallée de Buyukdéré, une couche horizontale d'un grès avec cailloux roulés passant au conglomérat. Dans la vallée de Belgrade et près de ce village, le dépôt argileux rougeâtre offre une épaisseur de 3 à 4 mètres. Depuis ce village jusqu'au sommet de la chaîne côtière, les roches présentent des traces d'altération si profondes, et se trouvaient tellement détrempées par les pluies, qu'il ne m'a pas été possible de reconnaître si elles appartiennent en totalité au terrain de transition. Sur le versant opposé, on trouve bientôt des cailloux roulés en abondance, et plus bas des sables fins quartzeux, argilifères, renfermant des lits subordonnés de grès, qui garnissent la base de la chaîne, s'étendent en collines jusqu'à la mer et recouvrent les mollasses à lignite à l'E. et à l'O. d'Agatchili.

Le long du Bosphore, entre Fanaraki et Buyukdéré, l'axe de la chaîne se compose de roches d'origine ignée. Ces roches, ordinairement à nu, sont de loin en loin recouvertes de cailloux roulés sur lesquels repose une argile rougeâtre ou jaunâtre, mélangée de sable et de gravier, et passant quelquefois à un grès ferrugineux. Aucun observateur n'a découvert dans la fracture du Bosphore la présence d'un semblable dépôt.

Ces divers lambeaux, placés sur les points élevés, ceux des environs de Péra et de Belgrade, et l'assise au S. d'Aïakadin reposant sur le calcaire nummulitique, sont-ils tous contemporains? appartiennent-ils au terrain à lignite ou bien à un dépôt plus récent? C'est une question que je traiterai dans un autre moment. Quoi qu'il en soit, leur position annonce que, postérieurement au dépôt nummulitique, il a existé une communication entre la mer Noire et le bassin de la Thrace. Il sera curieux d'étudier si la dépression du lac de Sabandja, au fond du golfe de Nicomédie, formait aux mêmes époques un détroit qui réunissait les deux mers. Les seules

(1) *Voyage autour du Caucase*, t. 4, p. 20 et suivantes.

données que je connaisse sont les suivantes : M. de Tchihatcheff a trouvé des Nummulites à l'O. de Nicomédie sur le bord du golfe ; Hommaire de Hell mentionne seulement dans ses notes des schistes argileux et des roches d'origine ignée sur le bord septentrional du lac de Sabandja et un dépôt de fragments irréguliers qui recouvre la fond de la dépression et acquiert une grande épaisseur sur la rive méridionale.

Les roches ignées du Bosphore offrent des caractères qui ont fait hésiter sur leur classification ; cependant elles ont été assez généralement rapprochées des trachytes. Les échantillons que j'ai recueillis dans plusieurs ravins au N. de Péra, à Béchiktach, sur le Bosphore, à Kila et à Fanaraki, en face des îles Cyanées, sont considérés par M. Cordier comme des porphyres pyroxéniques. C'est sous cette dénomination que je les désignerai à l'avenir.

En 1837, M. Virlet pensait que ces roches ne sont pas du même âge que les trachytes de l'O. de l'Europe (parmi lesquels il semble les classer), les unes étant antérieures, les autres contemporaines, et même postérieures aux dépôts sub-apennins (1). Mes observations vont démontrer que les premières éruptions de ces porphyres pyroxéniques ont précédé l'apparition des Nummulites, et très probablement de nouvelles recherches prouveront, ainsi que Hommaire de Hell paraît disposé à le croire (*V.* la notice précédente), que certaines éruptions remontent à l'époque du dépôt du terrain crétacé. Cette dernière opinion trouve, pour ainsi dire, à l'avance, une confirmation dans les observations que M. de Tchihatcheff nous a communiquées dernièrement sur l'âge de certaines roches pyrogènes des environs d'Erégli et d'Amassérah.

Au cap de Kara Bournou, le calcaire à Nummulites renferme une quantité prodigieuse de fragments roulés de roches pyroxéniques identiques avec celles qui se montrent entre Kila et les îles Cyanées. Les noyaux atteignent souvent la grosseur d'un œuf ou d'une noix, et se réduisent plus ordinairement en grains tantôt fins, tantôt grossiers. Les couches prennent souvent l'aspect d'un conglomérat.

Parmi les fossiles que j'ai recueillis dans ce calcaire poudingiforme, M. d'Archiac a reconnu l'*Ostrea gigantea*, var. *a* ; les *Nummulina planulata* et *Molli?* la *Serpula spirulæa?* l'*Orbitolites radians*, var. ; un *Cerithium*, des Polypiers, etc. Une marne argileuse, subordonnée à ce calcaire, contient, à une lieue à l'O. du

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 1re sér., t. VIII, p. 279.

cap, d'après les déterminations du même savant, l'*Ostrea vesicularis*, var. du bassin de l'Adour, et une dent d'*Oxyrhina*, qui ne paraît pas différer d'une espèce non décrite des sables du Soissonnais. Les calcaires d'un blanc jaunâtre qui forment des rochers dénudés à la pointe du cap, du côté de l'orient, renferment un grand nombre de coquilles univalves (*Trochus*, *Turritella*, etc.), de bivalves, dont une Térébratule voisine de la *T. tenuistriata*, des Serpules, des Polypiers, etc.

Des éruptions plus récentes ont fourni une partie des matériaux qui composent la mollasse à lignite.

Le mélange des Nummulites et des détritus d'origine volcanique n'est pas un fait particulier aux côtes européennes de la mer Noire. Hommaire de Hell le signale, en Asie, dans un grand nombre de localités. (*V.* la notice précédente.) Je l'ai observé dans tous les points de la Turquie d'Europe où se présente le terrain de cette époque ; mais je dois ajouter que dans le Rhodope les produits mélangés sont ordinairement trachytiques et rarement pyroxéniques, et que les couches sédimentaires reposent souvent sur la roche éruptive ou sur les conglomérats.

C'est encore à l'obligeance de mon ami, M. d'Archiac, que je dois la détermination des fossiles de cette formation recueillis sur le versant méridional de la chaîne côtière de la mer Noire, sur le littoral de la mer de Marmara et de la mer Égée, et dans le Rhodope. Je citerai principalement :

Plusieurs Astrées, dont une voisine de l'*A. distans*,
Lithodendron, voisin du *L. granulosum*,
Orbitolites submedia,
— *sella*,
— *radians*,
— *karakaiensis* (nov. sp.),
Nummulina Ramondi,
— *Biaritzana*,
— , plusieurs autres espèces,
Operculina Boissyi,
Serpula,
Eupatagus Viquesneli (nov. sp.),
Micraster,
Echinolampas,
Pigaulus,
Teredo Tournali,
— , espèce commune dans la glauconie inférieure du nord de la France et de la Belgique, et qui se retrouve dans l'Asie Mineure ;
Corbis lamellosa?
— ? une autre espèce très grande, se rapprochant de la *C. pectunculus*, mais plus renflée et plus épaisse ;
Pecten, trois espèces ;
Ostrea gigantea, var. *a* ;
Cerithium, voisin du *C. spinosum*, Dech.,
— , voisin du *C. bisulcatum* ;
— de la taille des *C. Tchihatcheffi* ou *giganteum* ;
Natices,
Dauphinates,
Etc.

Sans attendre la publication de mes dernières explorations en Turquie, je terminerai cette note par la rectification d'une opinion erronée que plusieurs auteurs ont citée à l'appui de leurs observations. J'ai dit ailleurs (1) que j'avais recueilli dans certaines localités des Nummulites dans des couches qui renferment des hippurites. Les corps qui avaient été pris en premier lieu pour des Nummulites ont été reconnus plus tard pour appartenir à des Orbitolites. J'ai donné les collections de mes deux premiers voyages à l'École des mines; M. Boué a donné ses échantillons au Muséum du jardin des Plantes. Les géologues que la question intéresse trouveront dans ces deux établissements publics les moyens de vérifier les déterminations proposées à deux époques différentes par les paléontologistes.

Les faits que je viens d'exposer peuvent donc se résumer ainsi :

1° A l'époque où le terrain nummulitique se déposait dans la mer Noire et dans le bassin de la Thrace, le Bosphore actuel n'existait pas encore ; la communication entre les deux mers se trouvait à l'O. de ce canal. La rive asiatique du Bosphore nummulitique était formée par le terrain de transition, la rive européenne par les schistes cristallins ;

2° Les roches pyroxéniques de cette contrée sont de divers âges. Parmi les plus anciennes, il en est dont la sortie a précédé le dépôt du terrain à Nummulites et coïncide probablement avec la dislocation qui a établi entre les deux bassins la communication signalée dans cette notice ;

3° Cet ancien détroit s'est trouvé obstrué à la fin de l'époque nummulitique ; il n'a été complétement fermé qu'à une époque plus reculée ;

4° L'ouverture du Bosphore actuel est postérieure à l'époque quaternaire.

Séance du 20 *mai* 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

---

(1) Mémoires de la Société géologique de France, 1re série, t. V, et 2e série, t. I.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

Don José DE MONASTERIO, inspecteur des mines, à Murcie (Espagne), présenté par MM. Paillette et de Verneuil.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Sc. Gras, *Exposé d'un nouveau système de défense contre les cours d'eaux torrentiels des Alpes, et application de ce système au torrent de la Romanche* (Isère), in-8, 114 p. Paris, 1850, chez Carilian-Gœury et Vr. Dalmont.

De la part de M. F.-J. Pictet, *Description de quelques poissons fossiles du mont Liban*, in-4, 59 p., 10 pl. Genève, 1850, chez J.-G. Fick.

De la part de M. Constant Prévost, *Annales des sciences naturelles, par MM. Audouin, Ad. Brongniart et Dumas*, 1re sér. ; texte, t. I à XXX, plus 4 atlas pour les années 1824 à 1827.

De la part de M. Hoslin, *Mémoire sur quelques calcaires de la Basse-Bretagne et sur leur conversion en chaux grasses et hydrauliques*, in-8, 11 p. Paris, chez Preve et compe.

De la part. de M. Ludwig Zeuschner, *Geognostische*, etc. (Description géognostique du calcaire à Nérinées d'Inwald et Roczyny), ext. du *Recueil des séanc. de la Soc. des amis des sc. nat.; publié par W. Haidinger*, vol. III, sect. 1re, p. 133, in-4, 14 p., 2 pl. Vienne, 1849, chez Wilhelm Braumüller.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1850, 1re sem., t. XXX, nos 18 et 19.

L'*Institut*, 1850, nos 853 et 854.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 3e année, no 20, avril 1850.

Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et commerce du Puy, t. XIV, 1re sem., 1849.

Précis analytique des travaux de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Rouen, pendant l'année 1849, in-8, 1 vol.

Mémoires de la Société du muséum d'histoire naturelle de Strasbourg, t. IV, 1re liv., in-4. Strasbourg, 1850, chez veuve Levrault.

The Athenæum, 1850, nos 1176 et 1177.

The Transactions of the royal Irish Academy, vol. XXII, part. 11, 1850.

Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia, vol. IV, no 12 et index; vol. V, no 1.

M. Michelin lit la note suivante, en déposant, au nom de M. Hoslin, ingénieur des ponts-et-chaussées, des échantillons de millépores provenant des sables du littoral de la Manche.

Messieurs,

Dans une notice qu'il vous a lue, le 2 avril 1849, M. Durocher, notre collègue, vous a signalé la zone littorale de la Manche et de la Bretagne comme manquant généralement de calcaires propres à faire de la chaux. Il vous a dit également qu'on y suppléait par l'emploi de certains sables du bord de la mer, qui consistent en un mélange de détritus granitiques, de matières argileuses et principalement de grains de quartz et de feuillets de mica, le tout accompagné de débris de coquilles, de crustacés, d'os de poissons ou de concrétions calcaires qu'il avait, je crois, qualifiés du nom de madrépores. J'ai l'honneur de déposer aujourd'hui, au nom de M. Hoslin, ingénieur des ponts et chaussées, qui a longtemps habité la Bretagne, plusieurs exemplaires d'un Mémoire, composé par lui, *sur quelques calcaires de la Basse-Bretagne et sur leur conversion en chaux hydraulique*. Après avoir reconnu d'une part qu'à Pompéan, Quartravers et Brest, on emploie des lambeaux calcaires à la fabrication de la chaux, il a vu, d'autre part, qu'au Quiou, à S.-Juvat et dans d'autres localités, on n'avait pas essayé de faire de la chaux avec les faluns qui s'y rencontraient. La grande friabilité de ces faluns était sans doute ce qui s'y opposait.

Il a également reconnu, depuis, que tout le long du littoral de la Bretagne, depuis S.-Brieuc jusqu'à Lorient, on rencontrait des bassins de sables calcaires marins dont, depuis une trentaine d'années, il se fait un commerce considérable pour fertiliser les terres (200,000 tonneaux au moins dans le département des Côtes-du-Nord). Ces dépôts se divisent en deux catégories, savoir, l'une formée de coquilles en grande partie brisées, et l'autre, de polypiers ou madrépores affectant la forme de petits coraux.

Nous n'entrerons dans aucun détail sur le principe d'un four que M. Hoslin a inventé pour réduire en chaux soit les produits récoltés dans les faluns, soit ceux recueillis dans les bassins sous-marins; nous nous bornerons à dire qu'il espère donner la chaux au prix de 17 fr. 30 cent. le mètre cube, c'est-à-dire, avec une économie de 300 pour 100.

Quant aux concrétions calcaires de M. Durocher, ou aux coraux de M. Hoslin, il m'a paru démontré, d'après les échantillons offerts à la Société, que ce sont des variétés du *Millepora polymorpha*, de Linné, ou *Nullipora*, de Lamarck et Blainville. Une variété seulement nous a paru intéressante en ce qu'à l'intérieur elle est d'un gris bleuâtre au lieu d'être blanche.

M. Damour a bien voulu se charger de l'analyse de plusieurs millépores, et avec les recherches que M. Hoslin m'a promis de faire, on arrivera peut-être à savoir dans quel règne ces corps devront être rangés.

M. Constant Prévost donne lecture d'une notice biographique sur M. de Blainville, l'un des fondateurs de la Société géologique de France, dont les sciences regrettent la perte récente.

M. le président annonce la délibération du Conseil qui propose à la Société que la réunion extraordinaire de 1850 ait lieu, le 25 août, au Mans.

M. de Lorière appuie l'avis du Conseil par les considérations suivantes :

Au moment où la Société géologique va fixer le lieu de sa réunion extraordinaire, qu'il me soit permis d'appeler un moment son attention sur un point qu'elle n'a pas encore visité, et qui cependant présente réunies une foule de localités intéressantes à explorer: je veux parler du département de la Sarthe.

Chacun a vu de ces beaux échantillons des grès verts (étage cénomanien de d'Orbigny) que l'on trouve au Mans et dans ses environs, dans d'immenses carrières à ciel ouvert, aux portes de la ville. Rien n'est donc plus facile que d'en observer la stratification et les moindres accidents. Si l'on s'éloigne un peu du côté de Saint-Pavace, on arrive bientôt à une assise de grès stratifié et contenant des empreintes de plantes. Ces grès ont été regardés par plusieurs personnes comme les analogues de ceux de Fontainebleau. Sur le coteau opposé, séparé de celui-ci par la Sarthe, à

la même hauteur à peu près, se trouve un dépôt d'eau douce peu étendu, avec quelques fossiles. Quitte-t-on enfin tout à fait le Mans pour se diriger vers Sillé-le-Guillaume, on remonte la série des couches jurassiques jusqu'au lias supérieur inclusivement, et sauf deux étages, Kimmeridge et Portland, qui ne se trouvent peut-être pas représentés, tous les autres le sont parfaitement. Les plus développés sont l'oxfordien, l'oolite inférieure et le lias supérieur. A Sillé, les gneiss, les granites, etc., apparaissent et semblent former la ligne contre laquelle sont venus se déposer successivement les terrains dont je viens de parler. Si de Sillé on se dirige du côté de Sablé, on arrive à Brûlon qui se trouve placé, comme toute la contrée environnante, sur le terrain dévonien, présentant ses deux *facies* caractéristiques, tantôt des grès rouges couleur lie de vin (à Brûlon), avec empreintes de nombreux fossiles, tantôt des schistes calcarifères présentant des fossiles avec leur test souvent très bien conservé (Viré, Loué, Mareil, etc.). De Brûlon continuant jusqu'à Sablé, on traverse de nouveau le lias supérieur, puis, sur quelques points, le lias moyen, pour arriver enfin sur le carbonifère si bien développé à Sablé. Là, indépendamment des travaux très considérables qui ont été faits depuis quelques années pour l'exploitation, devenue si importante, des anthracites et des marbres, un nouveau chemin pratiqué le long de la Sarthe, entre Sablé et Juigné, a mis à jour sur la tranche la plus belle coupe qui puisse être faite de ces terrains. Enfin, si de Sablé on retourne au Mans, on parcourt de nouveau la série des terrains jurassiques déjà observée pour retrouver le terrain crétacé à quelque distance de la ville.

Tels seraient les principaux points que la Société aurait à explorer, si, par ces quelques renseignements bien incomplets, j'étais assez heureux pour la décider à fixer le Mans comme le lieu de sa réunion extraordinaire pour l'année 1850.

Après ces observations, la proposition du Conseil est mise aux voix et adoptée.

M. Delesse fait la communication suivante :

Sur le porphyre rouge antique, par M. Delesse, ingénieur des mines.

La roche que nous appelons *porphyre rouge antique* était bien connue des anciens, qui lui ont donné le nom de porphyre, à

cause de sa couleur rouge (πορφυρα); depuis, ce mot a été généralisé, et il a servi, dans la géologie, à désigner les roches à base de feldspath ayant une structure particulière, et renfermant des cristaux isolés dans leur pâte.

Le *porphyre rouge antique*, qui est devenu le type de la famille du porphyre, a toujours des caractères bien constants, et ses deux variétés principales sont représentées par les figures 1 et 2 de la planche IX. (p. 540)

Feldspath. — Son *feldspath* est en petits cristaux allongés et mâclés qui appartiennent au sixième système; accidentellement ces cristaux atteignent 1 centimètre de longueur; le plus généralement, cependant, ils ont seulement quelques millimètres, mais ils sont assez bien formés, et ils se distinguent d'une manière très nette de la pâte par leur belle couleur blanche ou rose; quelquefois leur couleur se rapproche plus de celle de la pâte; dans quelques cas rares elle est verdâtre.

Leur densité est égale à 2,690; elle est plus grande, par conséquent, que celle de l'albite, et même que celle de l'oligoclase ordinaire, qui, d'après M. Naumann, n'est pas supérieure à 2,67 (1).

J'ai analysé des cristaux d'un beau rose qui ont été extraits d'un échantillon provenant du Musée du Louvre, dont la pâte était rouge violacée, et contenait des lamelles d'amphibole; ils renfermaient :

	1o Carbon. soude.	2o Ac. fluorhyd.	Moyenne.	Oxygène.
Silice.	58,92	»	58,92	30,614
Alumine.	22,49	»	22,49	10,514
Sesquioxyde de fer. . . .	0,75	»	0,75	0,230
Protoxyde de manganèse.	0,60	»	0,60	0,134
Chaux.	5,53	»	5,53	1,552
Magnésie.	»	1,87	1,87	0,723
Soude.	»	6,93	6,93	1,773
Potasse.	»	0.93	0,93	0,158
Perte au feu.	1,66	1,62	1,64	
			99,67	

Par calcination ce feldspath prend une couleur rose plus foncée, et il éprouve au feu une perte assez élevée, qui est due principalement à de l'eau qui se dégage.

(1) Naumann : *Elemente der Mineralogie*, p. 304.

Il est impossible de séparer complétement la pâte des cristaux de feldspath qu'elle renferme, car, ainsi que nous venons de le voir, ces derniers s'y fondent souvent d'une manière insensible. J'ai trié cependant aussi bien que possible de petits fragments de la pâte rouge violacée qui contenait les cristaux mêmes que j'ai analysés ci-dessus, et j'ai trouvé pour la composition de cette pâte :

	1° Carb. soude.	2° Fluorhyd.	Moyenne.
Silice	62,17	»	62,17
Alumine	14,94	14,30	14,74
Oxyde de fer, un peu manganésifère	7,59	8,00	7,79
Chaux	3,28	3,32	3,30
Magnésie	»	5,00	5,00
Soude	»	4,10	4,10
Potasse	»	2,04	2,04
Perte au feu	0,58	»	0,58
			99,69

Si l'on compare les analyses respectives du feldspath et de la pâte feldspathique, on voit d'abord qu'il est très remarquable que la perte au feu, qui est de 1,64 dans le feldspath, ne soit que de 0,58 dans la pâte feldspathique ; pour un autre échantillon de pâte, la perte n'était même que de 0,35. Il est possible, du reste, qu'elle soit encore due en partie au feldspath mélangé dans la pâte, et en tout cas l'eau que contient la roche se trouve surtout dans le feldspath. Il n'en est pas de même pour les mélaphyres, pour les dolérites, pour les amygdaloïdes, etc., dans lesquels la perte au feu du feldspath est ordinairement égale ou inférieure à celle de la pâte.

Dans le porphyre rouge antique, la teneur en silice du feldspath et de la pâte est à peu près la même, ainsi que cela a lieu généralement dans les roches porphyriques sans quartz; elle est plus grande dans la pâte que dans le feldspath.

La teneur en alumine est plus petite de 1/3 que celle du feldspath ; la teneur en chaux et en alcalis est aussi plus petite, mais la teneur en alcalis n'est inférieure que de 1/5 à celle du feldspath.

La teneur en oxyde de fer et en magnésie est, au contraire, plus grande que dans le feldspath, et c'est surtout à cette particularité que la pâte doit ses caractères distinctifs.

Ainsi, en résumé, la pâte a à peu près la même teneur en silice que le feldspath ; sa teneur en alcalis est un peu plus petite, ainsi que sa teneur en alumine et même en chaux, tandis que sa teneur en oxyde de fer et en magnésie est plus grande.

Ces relations entre la composition chimique du feldspath du sixième système, qui forme la base d'un porphyre, et la pâte dans laquelle ce feldspath a cristallisé, sont du reste générales, et elles sont indépendantes de la couleur, et même de l'âge des porphyres.

Le porphyre rouge antique renferme encore quelques minéraux, mais ils sont en très petite proportion relativement au feldspath qui forme sa base : ainsi on y trouve fréquemment un peu de *hornblende* noire lamelleuse, ordinairement en petits cristaux allongés et aplatis qui sont peu nets; quelquefois même ces cristaux de hornblende sont assez abondants, terminés à leurs deux extrémités, et très bien caractérisés. Cette hornblende est représentée sur les figures 1, 2, 3, 4, 5 et 6 de la planche. Dans l'échantillon de la figure 3, qui est grossi trois fois, la hornblende est très abondante dans une agglomération *a* de forme à peu près ellipsoïdale.

Dans l'échantillon de la figure 4, qui est grossi cinquante fois, des cristaux de feldspath blancs et éclatants *f*, ne paraissant différer de ceux de la pâte qu'en ce qu'ils sont plus nets et plus blancs, se sont développés dans l'intérieur des lamelles de hornblende *h*; la formation de la hornblende et du feldspath doit donc, d'après cela, avoir été simultanée.

Il importe de remarquer que les lamelles de hornblende ne se fondent pas dans la pâte, mais qu'elles en sont, au contraire, séparées d'une manière très nette; ce fait est bien saillant dans le porphyre rouge antique, car la couleur noirâtre de la hornblende tranche sur la couleur rouge de la pâte, mais il n'est pas particulier à ce porphyre type, et le mode de gisement de la hornblende dans les porphyres ayant une pâte verte est encore absolument le même. On doit donc conclure de là, contrairement à ce qui avait été admis jusque dans ces derniers temps, que la coloration de la pâte d'un porphyre est propre à cette pâte, qu'elle soit verte ou qu'elle soit rouge, et que la hornblende ne joue aucun rôle dans cette coloration.

Il y a dans le porphyre rouge antique des grains généralement microscopiques d'un oxyde de fer qui est regardé comme du *fer oligiste* par MM. Cordier et G. Rose (1) : le fer oligiste est, en effet, assez fréquent, de même que la hornblende, mais il est toujours en très petite quantité (fig. 1, 2, 5 et 6). Comme je le mentionnerai plus loin, j'ai d'ailleurs observé du fer oligiste bien caractérisé

(1) *Reise nach Ural*, t. I, p. 561 et 564.

jusque dans la pegmatite qui forme la roche encaissante des filons de porphyre rouge antique; j'ai constaté cependant que les lamelles d'oxyde de fer, détachées de certains fragments de porphyre rouge antique, adhèrent avec plus de vivacité à un morceau de fer doux, que cela n'aurait lieu pour des lamelles de fer oligiste, et je pense qu'il y a aussi du *fer oxydulé*, au moins dans certains échantillons de ce porphyre; ainsi, dans l'échantillon qui est représenté par la figure 3, l'agglomération ellipsoïdale *a* est principalement formée de hornblende et de fer oxydulé.

On reconnaît facilement sur les morceaux polis qu'il ne s'est développé d'oxyde de fer que dans la pâte et dans l'intérieur des cristaux de hornblende, mais qu'il n'y en pas dans l'intérieur des cristaux de feldspath.

La propriété du porphyre rouge antique d'avoir un faible pouvoir magnétique, quoique l'analyse ait montré qu'il soit riche en oxyde de fer, établit une différence tranchée entre ce porphyre et entre les mélaphyres, ainsi que les roches qui, ayant à peu près la même richesse en fer, ont au contraire un pouvoir magnétique élevé; l'oxyde de fer qu'on trouve dans ces dernières roches est d'ailleurs toujours du fer oxydulé.

Le porphyre rouge antique contient rarement du *quartz*; j'en ai observé cependant dans les variétés de porphyre dont la couleur tire le plus sur le rouge, notamment dans les belles colonnes qui décorent la salle des Caryatides au musée du Louvre, au musée du Luxembourg, dans le palais de Versailles, ainsi que dans la collection du Jardin des Plantes. Ce quartz est blanc, et ordinairement opaque : il se présente en veines irrégulières, dont les contours sont extrêmement découpés, ainsi qu'on le voit sur la figure 6, et qui se terminent par des filets très déliés affectant des formes bizarres; il se trouve surtout dans certaines parties ayant une couleur rougeâtre plus claire que le reste du porphyre, et, comme le montre la figure 6, il est entouré par une zone rougeâtre formée par une pâte feldspathique, dans laquelle les cristaux de feldspath n'ont pas pu se développer, ou se sont développés seulement d'une manière confuse.

Dans le porphyre rouge antique, le quartz n'a pas cristallisé en grains, comme cela a lieu généralement dans les porphyres; il ne remplit pas non plus des amygdaloïdes, comme dans les mélaphyres, mais il est en veines irrégulières et dentelées qui se perdent dans la pâte à laquelle elles sont soudées d'une manière intime; enfin, autour du quartz il y a le plus souvent une pâte feldspathique

rouge ou rougeâtre, qui, comme je l'établirai plus loin par des analyses comparatives, est plus riche en silice que la pâte ordinaire et brun rougeâtre du porphyre.

Masse de la roche. — Il résulte de ce qui précède que le porphyre rouge antique est presque entièrement formé de pâte feldspathique et de feldspath.

D'après Brard, sa densité est de ... 2,727 (1); j'ai trouvé, en effet, pour la densité moyenne d'un échantillon, 2,763; elle est, comme on pouvait le prévoir, un peu supérieure à celle du feldspath. Après fusion dans le four de verrerie, la densité s'est réduite à ... 2,486, et par conséquent elle a éprouvé une diminution de 10,03 pour 100.

La structure du porphyre rouge antique est rarement complétement uniforme; souvent elle est bréchiforme, ainsi que cela a lieu pour d'autres porphyres, et en particulier pour les mélaphyres; les fragments anguleux qu'il contient ne sont alors que des variétés de la roche elle-même. Tantôt ces fragments sont bien distincts de la pâte qui les entoure, et dont ils sont séparés d'une manière nette; tantôt, au contraire, ils n'ont pas de contours définis, et ils se fondent d'une manière insensible dans le porphyre; ce dernier cas s'observe, par exemple, sur l'échantillon représenté par la figure 2. On voit en effet que certaines parties à formes anguleuses sont bien distinctes de la pâte, car elles prennent un plus beau poli, elles ont une couleur un peu différente, et elles contiennent des cristaux de feldspath plus gros et mieux formés. Cependant il est impossible de distinguer les limites de fragments de porphyre correspondant à ces parties anguleuses, ce qui peut tenir à ce qu'elles proviennent de fragments qui auraient été ressoudés, ou à ce que la pâte n'ayant pas été amenée à un état de fluidité complète, et n'ayant pas une composition uniforme, le feldspath se serait développé inégalement dans la roche.

Le porphyre rouge antique appartient, comme le basalte, et surtout comme les roches amphiboliques, aux roches dont la résistance à l'écrasement est la plus grande; sa résistance est à celle de la syénite rose d'Égypte comme $2\frac{1}{2} : 1$.

La perte au feu est assez variable : dans un échantillon qui n'a pas changé d'une manière sensible par la calcination, je l'ai trouvée égale à 0,29, et par conséquent elle était même inférieure à celle de la pâte qui a été analysée; dans un autre échantillon, elle

(1) Brard, *Traité des pierres précieuses*, 2e part., p. 526.

s'élevait à 1,15 : toutes choses égales, elle sera d'autant plus grande qu'il y aura plus de feldspath.

L'essai de la masse de l'échantillon rouge clair dont la densité moyenne a été déterminée a montré qu'il contenait : *silice*... 64,00; *chaux* ... 3,15 ; sa *perte au feu* était d'ailleurs de 0,29.

Les résultats de cet essai s'accordent assez bien avec les analyses qui précèdent; mais la teneur en silice est cependant supérieure d'environ 2 pour 100 à celle qui a été trouvée pour la pâte rouge violacée analysée antérieurement; par conséquent, les variétés du porphyre antique qui sont rouges ont une richesse en silice plus grande que celles qui sont violacées.

Il est facile de comprendre, d'après cela, pourquoi le quartz s'observe plus généralement dans les variétés rouges que dans les variétés brunâtres ou violacées de ce porphyre.

Gisement. — On savait par les écrits de divers auteurs anciens, et notamment par ceux de Pline, que le porphyre rouge antique provenait d'Égypte; mais c'est seulement en 1823 que deux voyageurs anglais, M. Burton et sir Gardner Wilkinson, découvrirent les carrières immenses dans lesquelles cette roche avait été exploitée.

Elles se trouvent dans un groupe de montagnes désignées sous le nom de *Porphyrites mons* par Ptolémée, et actuellement sous celui de *Djebel-Dokhan* (montagne de la fumée du tabac); elles sont situées par 27° 20′ à la hauteur de Monfalou et de Syout (Lycopolis), à environ 25 milles géographiques (1) de la mer Rouge, à 120 milles de Syout, et à 85 milles de l'ancienne Coptos; le port de Myos-Hormos, dont l'emplacement a été retrouvé par M. Burton, est d'ailleurs au point de la côte qui est le plus rapproché des carrières (2).

Sir Gardner Wilkinson prétend avoir rencontré ce même porphyre dans les montagnes de Syène, et à l'état erratique à Dendérah, ainsi qu'à Ombros.

Dans le voyage qu'il a entrepris sous les auspices du Pacha d'Égypte (1837), Lefebvre a également constaté l'existence du porphyre rouge antique dans le Djebel-Dokhan; les nombreuses collections qu'il a envoyées au Muséum ont été mises à ma disposi-

---

(1) Le mille géographique vaut 1852 mètres (*Encyclopédie moderne*. — *Mille*, par M. de la Roquette).

(2) Wilkinson, *Journ. of the roy. geol. Society of London*, t. II, et Letronne, *Recherches sur l'exploitation et sur le gisement des carrières de porphyre et de granite dans le désert à l'est du Nil*, p. 15.

ion par M. Cordier et par M. Ch. d'Orbigny, et elles complètent es renseignements précédents, en même temps qu'elles font connaître d'une manière très précise le gisement de cette roche emarquable.

Les montagnes *Dokhan* ont une direction générale E.-S.-E.; lles sont terminées par la montagne El-Guettar, qui les coupe ı peu près à angle droit; elles forment un massif de roches feldpathiques s'élevant à pic à l'O.-S.-O., et à 7 ou 8 lieues de là, vers e N.-N.-E., elles s'enfoncent sous des calcaires et sous des grès.

Les principales roches feldspathiques qui les constituent sont le *ranite amphibolique*, la *pegmatite* et le *porphyre rouge antique*.

Le *granite* est une variété à grain moyen de la syénite ou du eau granite amphibolique de Syène (1), qui a été employé par les gyptiens pour leurs monuments; il est du reste formé, comme ce ernier, de quartz gris, d'orthose rose tirant sur le fauve, d'oligolase blanc, de mica brun très foncé ou noir, et quelquefois de hornlende également noire. De grands filons de *pegmatite* coupent ce ranite et sont par conséquent plus anciens que lui; cette *pegmate* est formée de quartz gris, souvent très abondant, qui est ordiairement amorphe, et parfois cristallisé, d'orthose rouge de hair assez vif, qui donne à la roche sa teinte générale; elle conent, en outre, un peu de mica argenté ou de mica vert noirâtre, t accidentellement du talc et du fer oligiste, qui sont disséminés ans quelques cavités microscopiques. Tantôt cette pegmatite est ntièrement cristalline; tantôt elle a une pâte feldspathique, et lors sa structure est porphyrique, en sorte qu'elle passe à une vaété de porphyre quartzifère; tantôt même elle est tout à fait greue; mais elle a cependant des caractères assez constants, et on la ɔconnaît toujours facilement à la couleur rose de son orthose et e sa pâte.

Elle forme le massif d'El-Guettar et une partie des montagnes ɔkhan; c'est, du reste, une roche très fréquente en Égypte, et armi les localités principales dans lesquelles elle a été rencontrée ar Lefebvre on peut citer l'oasis de Bahryète, les montagnes 'El-Moya, entre les deux Nils, à l'O. de Sennâr, les montagnes ui bordent la mer, près de l'île de Séphage, au N. de Koseir, la allée de Nazeb, sur la route de Suez au Sinaï, les environs de 'or, le sommet le plus élevé du mont Sinaï, ainsi que les massifs e montagnes qui l'environnent, etc.

Dans les montagnes Dokhan, Lefebvre a observé un filon de

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e sér., t. VII.

porphyre rouge antique ayant 20 à 25 mètres de puissance, dirigé N. E. 20° E. et qui est encaissé dans la *pegmatite*. Cette pegmatite, qui est plus ancienne que le porphyre, forme une partie de la vallée Hommeboga (ou Okela), ainsi que la montagne Hamed; elle ne diffère pas de celle qui vient d'être décrite; elle est cependant riche en quartz, qui s'y trouve en grains ayant environ 2 à 3 millimètres; du reste sa pâte est comme l'orthose, d'un rouge de chair assez vif, et l'on y observe quelques rares paillettes de mica argenté, ainsi qu'un peu de fer oligiste. Quant au porphyre, les échantillons du filon qui ont été envoyés par Lefebvre sont identiques avec ceux qui sont connus dans nos musées; leur feldspath est rose, très abondant, et en cristaux ayant souvent plusieurs millimètres, et même jusqu'à 1 centimètre; sa pâte est rouge violacée; elle contient des aiguilles de hornblende noire mieux caractérisées et plus nombreuses qu'à l'ordinaire, et de plus quelques grains microscopiques de fer oligiste. Dans certaines parties du porphyre, qui paraissaient avoir été fissurées, il y a de petites veinules de chaux carbonatée blanche, et l'on conçoit d'ailleurs que si l'on n'observe pas généralement ces veinules, cela tient à ce qu'elles devaient être évitées avec le plus grand soin dans les échantillons destinés à être polis.

D'après Lefebvre, le filon de porphyre rouge antique qui vient d'être décrit passe accidentellement à un porphyre ayant une pâte violet foncé, avec des veines brun marron, et quelques cristaux rose ou rouge vif d'un feldspath du sixième système qui ont jusqu'à 1 centimètre de longueur; il contient, en outre, un peu d'oxyde de fer et des nids microscopiques d'une espèce de chlorite qui s'est développée jusque dans le centre des cristaux de feldspath; ce porphyre ressemble beaucoup, par la couleur de sa pâte, à certaines variétés d'Elfdalen. A peu de distance du gisement précédent on retrouve le même porphyre pétro-silicieux qui se rencontre aussi dans d'autres parties de l'Égypte; mais, bien qu'il ait encore la plus grande analogie avec le porphyre rouge antique, il est cependant toujours beaucoup plus foncé. Il forme un filon de 30 à 40 mètres de puissance, qui sillonne la montagne Dokhan, dans la direction E.-N.-E.; sa couleur varie du noir au violet, au chocolat, au brun marron, et elle devient de plus en plus rouge à mesure que le porphyre passe à la pegmatite, quoique aucun échantillon ne puisse à vrai dire être considéré comme du porphyre rouge antique.

Dans son trajet de Koseir à Suez, en suivant les bords de la mer Rouge, Lefebvre a observé à 12 lieues de la montagne de

Dokhan un calcaire crétacé gris avec silex, qui est relevé au N.-E., et plonge au S.-O.; des grès démantelés identiques avec ceux de Syène viennent ensuite, et le granite se retrouve de nouveau avant d'arriver à la montagne du Soufre.

Il résulte donc de ce qui précède que dans les montagnes de Dokhan l'ordre d'ancienneté des roches feldspathiques est le suivant : granite ou syénite, pegmatite, porphyre rouge antique; il y a en outre des porphyres granitoïdes qui sont plus modernes que le granite et que la pegmatite, dans lesquels ils forment de gros filons.

Dans les montagnes d'El-Moya, à l'O. de Sennâr, des diorites sont d'ailleurs traversées par des filons de pegmatite, et par conséquent ces diorites sont plus anciennes que la pegmatite.

Usages. — Il est très remarquable que le porphyre rouge antique n'ait pas été employé par les Égyptiens; les monuments et les statues que renferment les musées égyptiens sont en effet en granite oriental, en syénite, en diorite, et plus rarement en grès, en calcaire nummulitique, en mélaphyre, en brèche dite universelle, ou en albâtre. Tous les voyageurs qui ont parcouru l'Égypte, et même MM. Jomard et de Rozière, s'accordent d'ailleurs à dire qu'on n'y a pas trouvé de monuments d'origine égyptienne en porphyre, et cependant s'il y en avait eu ils eussent été infailliblement conservés, car leur inaltérabilité les eût préservés de la destruction.

Ce porphyre n'a pas été employé non plus par les Grecs ou par les Égyptiens sous la domination grecque ; ce sont les Romains qui ont commencé à l'exploiter, et il résulte de savantes recherches de Letronne que c'est seulement à partir du règne de l'empereur Claude (1).

Malgré les difficultés que présentaient la taille, le polissage et le transport de ce porphyre, son exploitation a eu lieu sur une échelle immense vers le IIIe siècle, et à l'époque du règne de Constantin ; il est vraisemblable que cette exploitation était faite par des condamnés, car, près des anciennes carrières, sir Wilkinson a reconnu les ruines d'une ville fortifiée.

Le porphyre rouge antique est susceptible de recevoir un très beau poli, et ses cristaux de feldspath rose, dont la teinte se fond dans celle d'une pâte plus foncée, sont d'un effet très agréable à l'œil; il était très estimé et très recherché par les Romains, qui en firent des colonnes, des cuves, de grands vases, des urnes, des pla-

(1) Letronne, *id.*, p. 8.

ques polies, et même des statues, surtout à partir du règne de Constantin.

Au XVIe siècle, il était encore très employé dans toute l'Italie, et particulièrement dans la Toscane, par les Médicis (1).

Quoique sa taille présente de très grandes difficultés, les anciens étaient parvenus à en faire des objets très délicats : on peut voir au Musée du Louvre plusieurs statues *polychromes*, c'est-à-dire, formées de substances de différentes couleurs, qui ne sont pas d'un goût très pur, comme toutes les statues de ce genre, mais qui sont cependant très remarquables par la grâce et par la légèreté de leurs draperies de porphyre.

Les Romains se servirent du porphyre rouge antique, non seulement pour la décoration de Rome et de l'Italie, mais ils en répandirent l'usage dans tout l'empire : aussi les musées de Rome, de Florence, de Naples, de Venise, de Paris, de Versailles, et de toutes les capitales de l'Europe, renferment-ils de grandes richesses en porphyre rouge antique, dont on trouve généralement des fragments sur l'emplacement de toutes les villes de la Gaule qui florissaient à l'époque de la domination romaine. A Metz, une grande cuve, qui sert actuellement de fonts baptismaux dans la cathédrale, a été découverte dans les ruines de bains antiques.

Les monuments de porphyre rouge antique les plus célèbres sont, d'après Rondelet : l'obélisque de Sixte-Quint, à Rome; les colonnes de Sainte-Sophie, à Constantinople, qui ont 13 mètres de hauteur ; quelques colonnes de l'église Saint-Marc, à Venise ; le tombeau de sainte Constance, près de Rome ; celui du pape Clément XII ; enfin le tombeau de Théodoric, à Ravenne.

Vosges. — Sur plusieurs points des Vosges, et notamment à Kirschberg, dans la vallée de Massevaux (Haut-Rhin), et sur la droite de la Dollern, j'ai observé un porphyre du terrain de transition qui rappelle le porphyre rouge antique ; ses cristaux de feldspath sont cependant séparés de sa pâte d'une manière beaucoup moins nette, et cette pâte, qui contient des cristaux d'amphibole, a une couleur plus sombre et d'un brun chocolat. Il est du reste bréchiforme, ainsi que cela a lieu souvent pour le porphyre rouge antique, et il passe à un porphyre dans lequel la pâte prend une couleur tantôt verdâtre et tantôt brun noirâtre; ces variétés se rencontrent encore à la base du ballon d'Alsace, sur le versant de Giromagy, près de Framont, etc.

---

(1) *Notice sur les différentes matières employées par les anciens et sur quelques marbres*, par de Clarac.

Les musées de Paris renferment d'ailleurs plusieurs objets en porphyre rouge antique qui présentent également une couleur verdâtre dans quelques parties, surtout lorsque la structure du porphyre est bréchiforme. Au Musée du Louvre, par exemple, on peut citer la cuve dite de Dagobert qui a été trouvée à Poitiers.

Altaï. — M. G. Rose (1) a rapproché du porphyre rouge antique le porphyre du Korgon, dans l'Altaï, qui s'en distingue par la couleur brun rouge de sa pâte, parsemée de petits grains de quartz; il contient aussi un grand nombre de cristaux blancs mâclés d'oligoclase, des lamelles microscopiques de fer oligiste, et assez souvent des fragments anguleux de chaux carbonatée gris noirâtre et de jaspe rouge brunâtre. Il prend quelquefois la structure variolitique, qui est produite par de petites taches formées de zones concentriques ayant une couleur noire ou gris bleuâtre. Il est remarquable que le quartz, qui est rare dans les porphyres analogues au porphyre rouge antique, soit assez fréquent dans le porphyre du Korgon: la présence du quartz dans ce porphyre paraît d'ailleurs en relation avec l'absence de hornblende.

Elfdalen. — M. G. Rose a rapproché également du porphyre rouge antique le porphyre des environs d'Elfdalen (Suède), qui se trouve dans le terrain de transition, en faisant observer toutefois qu'il en diffère par le développement de cristaux d'orthose.

J'ai étudié les variétés de ce beau porphyre qui ont été envoyées à l'École des mines par MM. Keilhau et de la Roquette, et j'ai constaté qu'il peut contenir aussi du quartz, mais seulement accidentellement; ce quartz est quelquefois en grains hyalins ou même en cristaux dodécaèdres terminés à leurs deux extrémités; le plus souvent il a cristallisé vers la partie centrale des petites veinules feldspathiques et de couleur rougeâtre telles que celles qui flambent la variété de Rennâs. Sur l'échantillon qui a présenté ce quartz il y avait de petits grains d'un oxyde de fer gris d'acier entourés par une zone concentrique rouge brunâtre *z* se fondant insensiblement dans la pâte brun marron *p* du porphyre, qui était parsemée de cristaux d'orthose. (Voy. *fig.* 7.)

Quelquefois on trouve dans le porphyre d'Elfdalen un peu de pyrite de fer.

Enfin il y a aussi de l'épidote vert jaunâtre qui paraît s'être développée surtout dans les veinules avec quartz.

On peut remarquer à ce sujet que l'épidote, qui est assez com-

(1) *Reise nach Ural*, t. I, p. 562.

mune dans les porphyres pauvres en silice, ne se rencontre pas ou ne se rencontre que très exceptionnellement dans les porphyres tels que ceux que je viens de décrire, dont la teneur en silice est, comme cela a lieu pour le porphyre rouge antique, au moins égale à 60 pour 100.

J'ai fait l'essai d'un échantillon de Rennâs qui était formé par une pâte d'un brun marron noirâtre, traversée par des veinules feldspathiques brun rougeâtre ; ces veinules, qui sont représentées par la figure 8, sont généralement parallèles, quelquefois cependant elles se rencontrent et s'anastomosent. On observait encore sur cet échantillon de petits cristaux d'orthose rougeâtre, des cristaux verdâtres et à éclat gras d'un feldspath du sixième système, quelques lamelles très rares, mais assez bien caractérisées, de hornblende vert noirâtre, et des grains assez nombreux d'un oxyde de fer gris d'acier.

La densité de ce porphyre est de... 2,623 ; elle est donc notablement inférieure à celle du porphyre rouge antique.

Il donne à peine une effervescence sensible avec les acides et il ne contient que des traces de carbonate.

Il ne change presque pas de couleur quand on le fait bouillir avec l'acide chlorhydrique, ou quand on le calcine, et il est peu de roches pour lesquelles la perte au feu soit aussi faible.

J'ai cherché à déterminer la composition de son feldspath du sixième système, mais je n'en avais que quelques décigrammes qui n'étaient pas très purs ; j'ai constaté seulement que sa *perte au feu* était de ... 0,93, et qu'il contenait environ ... 62,25 de *silice* ; ce feldspath doit donc être un *oligoclase*, et il n'est d'ailleurs pas étonnant que sa teneur en silice soit plus grande que celle du feldspath du porphyre rouge antique, car la teneur moyenne de la masse du porphyre de Rennâs est beaucoup plus grande. Il renferme, en effet :

Silice.	77,99
Alumine et oxyde de fer.	15,00
Chaux et magnésie, à peu près. . . .	1,00
Alcalis (par différence).	6,00
Perte au feu.	0,01
Somme.	100,00

La grande teneur en silice de la pâte feldspathique de ce porphyre explique sa grande dureté et son usage pour la confection de mortiers qui, dans les laboratoires, sont destinés à porphyriser les substances les plus dures.

L'analyse précédente montre, en outre, qu'il a une composition chimique qui diffère notablement de celle du porphyre rouge antique; par sa composition aussi bien que par sa teneur élevée en silice, et par la présence de feldspath orthose, ce porphyre tend d'ailleurs à se rapprocher des roches granitoïdes, et même de celles qui sont riches en quartz.

Dans les feldspaths, la teneur en silice varie en sens inverse de la densité, c'est-à-dire qu'elle est d'autant plus grande que la densité du feldspath est elle-même plus petite; mais on a vu que le porphyre rouge antique, dont la densité est ... 2,763, contient ... 64,00 de silice, tandis que le porphyre de Rennâs, dont la densité est seulement ... 2,623, contient au contraire ... 77,99 de silice. Ce qui vient d'être dit pour les feldspaths s'applique donc aussi aux porphyres eux-mêmes, ainsi qu'à leurs pâtes, et c'est d'ailleurs ce qu'il est facile de concevoir, car il a été démontré antérieurement que ces pâtes ont une composition qui diffère peu de celle d'un feldspath; on voit, par conséquent, qu'il suffit de déterminer la densité d'un porphyre pour qu'on puisse estimer approximativement sa teneur en silice, et même sa composition chimique.

Explication de la planche IX.

Fig. 1. Variété la plus répandue du *porphyre rouge antique*, à pâte rouge brunâtre, contenant des cristaux de feldspath, des lamelles d'amphibole, et des grains très petits de fer oligiste; sa structure et sa couleur sont à peu près uniformes. Ce dessin a été calqué sur une plaque polie.

Fig. 2. Variété bréchiforme du porphyre rouge antique. Sa composition minéralogique est la même que celle de la variété précédente; mais elle présente des parties anguleuses riches en feldspath, qui prennent un plus beau poli que le reste de la pâte, et qui ont une couleur un peu différente. Ce dessin a été calqué sur une plaque polie.

Fig. 3. Porphyre rouge antique reproduit sous un grossissement triple. Il est traversé par une veine *f*, formée de feldspath identique avec celui qui est en cristaux isolés dans la pâte; il présente, en outre, une agglomération à peu près ellipsoïdale *a*, dans laquelle il s'est développé beaucoup de hornblende et de fer oxydulé, et dans laquelle il y a aussi quelques petits filets de quartz.

Fig. 4. Pâte du porphyre rouge antique dessiné avec un microscope donnant un grossissement égal à 50. Elle contient des lamelles de hornblende *h*, dans l'intérieur desquelles il s'est développé des cristaux blancs et éclatants de feldspath *f*; la matière feldspathique qui n'a pas pu former des cristaux s'est cependant séparée

de la pâte dans laquelle elle est disséminée sous forme de veinules *f*, et à laquelle elle donne une structure marbrée.

Fig. 5. Porphyre rouge antique faisant voir le mode de gisement du quartz *q*, qui est entouré par une zone feldspathique d'un rouge plus vif que celui de la pâte *p*. Ce dessin a été calqué sur une plaque polie.

Fig. 6. Pâte du porphyre rouge antique reproduite sous un grossissement triple. Le feldspath *f* s'y est séparé soit en cristaux, soit en petites veines très irrégulières, qui serpentent dans tous les sens.

Fig. 7. *Porphyre d'Elfdalen* à pâte brun marron noirâtre *p*, contenant un peu d'oxyde de fer entouré par une zone brun rougeâtre *z*.

Fig. 8. *Porphyre de Rennås* à pâte brun noirâtre, traversée par des veinules feldspathiques rougeâtres.

A la suite de cette lecture, le même membre communique la note suivante de M. Lory :

Note sur la composition minéralogique et chimique de quelques roches des Alpes du Dauphiné, par M. Lory.

Les roches composées essentiellement d'amphibole hornblende et d'un feldspath du dernier système cristallin sont très développées dans l'Oisans et toutes les chaînes adjacentes formées par les terrains de cristallisation. Elles s'y présentent d'ailleurs avec des caractères variés. Tantôt l'amphibole y est très prédominant, sa cristallisation largement développée, et le feldspath, en grains cristallins très petits, semble ne remplir que les instertices restés vides entre les lames d'amphibole : telle est la structure des amphibolites ou diabases qui forment des filons réguliers au milieu des terrains de cristallisation. D'autres fois, et c'est le cas le plus fréquent, l'amphibole et le feldspath sont en quantités peu différentes, quoique toujours inégalement distribués dans la roche; alors l'amphibole est en cristaux moins développés, souvent très atténués, et il en est de même du feldspath. On a ainsi des diorites granitoïdes à grains plus ou moins fins, et surtout des diorites schistoïdes, où la disposition des deux minéraux tend à devenir la même que celle des éléments de la protogine dans les gneiss et les schistes talqueux. Ces diorites schistoïdes paraissent aussi en liaison bien plus intime avec les terrains de cristallisation, et appartenir à la même formation que les gneiss avec lesquels ils alternent.

L'amphibole de ces roches ne présente rien de particulier, si ce n'est une grande teneur en fer, et par suite une teneur assez faible

PORPHYRE ROUGE ANTIQUE.

Fig. 1. *Porphyre rouge antique ordinaire.*

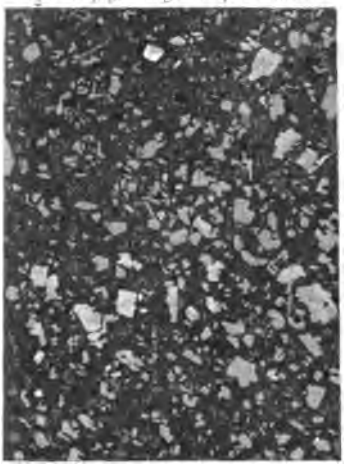


Fig. 2. *Variété bréchiforme.*

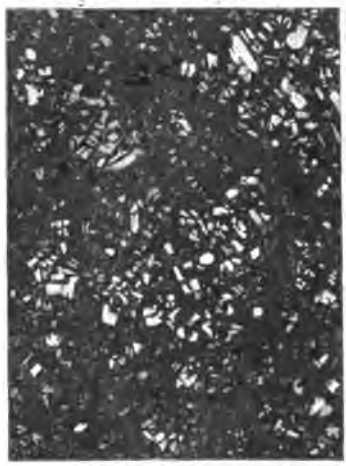


Fig. 3. *Agglomération de minéraux.*

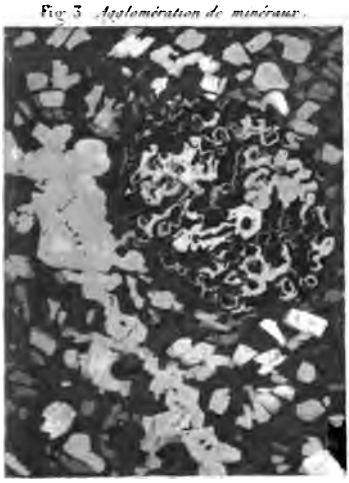


Fig. 4. *Hornblende avec Feldspath.*

Fig. 6. *Mode de gisement du Quartz.*

Fig. 5. *Veinules de Feldspath.*

Porphyre d'Elfdalen.

Fig. 7.

Fig. 8

Delaye del. Henry sc.

en magnésie. Sous ce rapport, il offre avec l'amphibole des diorites d'autres contrées une différence analogue à celle qui distingue le mica de la protogine du mica des granites ordinaires (1). Par suite de cette richesse en fer, cet amphibole fond au chalumeau un peu plus facilement que les variétés que l'on trouve habituellement dans les syénites ou les diorites. Quant au feldspath, ses caractères sont constants dans tous les diorites que j'ai examinés : c'est toujours du feldspath *andésite*. Ce feldspath paraît être, en effet, celui qui se montre le plus fréquemment dans les diorites en général : c'est celui du diorite de Faymont (Vosges), étudié par M. Delesse (2). Il contient toujours une quantité notable d'eau de combinaison. Il fond au chalumeau plus facilement que l'orthose, et un peu plus facilement que l'amphibole, qui lui est associée dans la roche.

Je décrirai en particulier quelques unes des variétés de roches amphiboliques que j'ai spécialement examinées :

Diabase des Chalanches d'Allemont (Oisans). — Cette roche constitue dans la montagne des Chalanches des filons bien déterminés qui, d'après les observations de M. Graff, seraient le système de filons le plus ancien de cette localité ; ils ont été croisés par les divers filons métallifères exploités, jusqu'à ces derniers temps, comme mines d'argent ou de cobalt (3).

La diabase des Chalanches est formée, en majeure partie, d'amphibole hornblende, d'un vert très foncé, éclatante, largement lamelleuse. Dans certaines parties de la roche, de grands cristaux d'amphibole sont enchevêtrés avec des cristaux plus petits, de manière à ne laisser au feldspath que très peu d'espace à remplir. Dans d'autres échantillons, au contraire, les cristaux d'amphibole sont nets, presque isolés les uns des autres, et le feldspath en cristaux très petits en remplit les interstices ; quelquefois les cristaux d'amphibole les mieux développés sont placés à peu près parallèlement les uns aux autres, et par suite la cassure de la roche présente, comme celle du granite graphique, l'aspect d'une mosaïque assez régulière.

J'ai trouvé pour la composition de l'amphibole :

---

(1) A. Delesse, *Ann. de ch. et de phys.*, t. XXV, 3e série, et *Bulletin de la Société géologique* (1849) : *Sur la Protogine des Alpes.*

(2) *Annales des mines*, 4e sér., t. XVI.

(3) Gueymard, *Statist. du dép. de l'Isère*, p. 39.

Silice.	45,3	Oxygène.	21,52	25,26
Alumine.	8,0	—	3,73	
Oxyde ferreux. . . .	25,7	—	5,85	11,53
Chaux.	12,3	—	3,45	
Magnésie.	6,0	—	2,23	
Alcalis (diff.). . . .	1,3			
Perte au feu.	1,4			
	100,0			

L'analyse a été faite sur 1 gram. 5 centigr., par une attaque au carbonate de soude; l'alumine a été séparée du fer par la potasse caustique, au creuset d'argent. Cette composition se rapproche de celle de la hornblende du diorite orbiculaire de Corse analysé par M. Delesse; seulement il y a ici beaucoup moins de magnésie, plus de chaux et surtout d'oxyde de fer. Le rapport entre l'oxygène de la silice et de l'alumine réunies et celui des bases à un atome est 25, 26 : 11,53. En ajoutant au dernier celui qui contient une petite quantité d'alcali, que je n'ai pas dosée directement, on aurait à peu près exactement le rapport 9 : 4. Ainsi l'alumine paraît bien remplacer dans cet amphibole une proportion équivalente de silice. Il y a des traces très sensibles de manganèse; je n'ai pas trouvé d'oxyde de chrome. Le feldspath est toujours en cristaux de petite dimension, d'un blanc de lait, à peine translucide, avec l'éclat nacré un peu gras qui caractérise l'andésite. Il est difficile de le séparer complétement soit de l'amphibole, soit de l'épidote qui lui est toujours associée et intimement mélangée. J'ai fait l'essai de ce feldspath par deux attaques, l'une au carbonate de soude, l'autre au carbonate de baryte pour la recherche des alcalis; j'ai obtenu pour sa composition :

Silice.	59,4	Oxygène .	30,86
Alumine.	24,2		11,31
Oxyde ferrique.	0,6		0,19
Chaux.	3,7		1,04
Magnésie	traces		
Soude.	7,0		1,80
Potasse	3,4		0,57
Eau.	1,48		1,32
	99,78		

Si l'on groupe ensemble, d'une part, l'oxygène de l'alumine et celui de l'oxyde ferrique, d'autre part, celui des bases à un atome et celui de l'eau (en prenant seulement le tiers de ce der-

nier), on aura les rapports 30,86 : 11,50 : 3,85 ou environ 8 : 3 : 1. Ce feldspath est donc bien de l'*andésite*. Si on le compare à l'andésite de la syénite des Vosges, ou à celle du diorite de Faymont, analysées par M. Delesse, on voit qu'il renferme un peu moins de chaux et de magnésie, et une proportion un peu plus forte d'eau combinée. Du reste, les différences sont légères, et les caractères minéralogiques de ce feldspath sont exactement ceux de l'andésite dans les roches que je viens de citer.

L'andésite est presque toujours accompagnée d'épidote qui lui est souvent mélangée d'une manière intime. Cette épidote est vitreuse, transparente, d'un jaune verdâtre pâle; elle est en aiguilles déliées, groupées confusément avec les lames du feldspath. J'en ai trié une quantité suffisante pour en faire l'analyse; j'ai obtenu :

Silice.	40,6	Oxygène .	21,1
Alumine.	30,2		14,1
Oxyde ferreux. .	11,2		2,5
Chaux.	17,7		4,9

Cette composition répond à une variété d'épidote qui serait intermédiaire entre l'épidote calcaire et l'épidote ferrugineuse; on pourrait la représenter par la formule :

$$Si^3\,Al^2\,fe + 2\,Si^3\,Al^2\,Ca.$$

Elle est assez abondante et assez généralement répandue dans la diabase des Chalanches pour être considérée comme un élément caractéristique de cette variété de diorite.

Diabase contenant de la prehnite cristallisée (environs du bourg d'Oisans). — Cette roche, que caractérise suffisamment la présence d'un minéral peu répandu, diffère peu de la diabase des Chalanches. L'amphibole y est d'un vert beaucoup moins foncé; ses cristaux y sont moins larges et tendent à devenir aciculaires. Quant au feldspath, il est en très petits cristaux, plutôt grenu que lamellaire; ce n'est que dans quelques veines où il est à peu près seul que sa cristallisation s'est développée un peu plus librement. Cette circonstance montre évidemment que l'amphibole a cristallisé dans la masse avant le feldspath.

La hornblende de cette diabase a une composition assez différente de celle de la diabase des Chalanches; j'ai obtenu :

Silice	50,9
Alumine	4,9
Oxyde ferreux	21,2
Oxyde manganeux	traces
Chaux	11,2
Magnésie	8,7
Eau	1,6
Alcalis et perte	1,5
	100,0

Cette hornblende est encore remarquable par sa forte teneur en fer ; mais elle est beaucoup moins alumineuse que la hornblende dont nous avons donné l'analyse ci-dessus.

Le feldspath de la même roche m'a donné par deux essais, l'un au carbonate de soude, et l'autre au carbonate de baryte pour le dosage des alcalis :

Silice	59,9
Alumine	25,1
Oxyde de fer	traces
Chaux	3,7
Magnésie	0,7
Soude	7,4
Potasse	1,2
Eau	1,7
	99,7

C'est encore de l'*andésite*, dont la composition est d'ailleurs presque identique avec celle que nous avons rapportée plus haut.

La *prehnite* se trouve en cristaux dans les fentes de cette roche ; mais elle n'est pas mélangée avec les deux minéraux constituants.

Diorites schistoïdes.—Ces roches, très répandues dans le terrain de cristallisation de l'Oisans, ont encore pour feldspath l'andésite, qui y est souvent en quantité presque égale à celle de l'amphibole. J'ai examiné un échantillon de ces diorites provenant d'un bloc de la vallée de la Romanche au-dessus de Vizille, et offrant le type le plus habituel de ces roches. Le feldspath m'a donné une composition sensiblement identique avec celle des andésites précitées, sauf une teneur un peu plus notable en oxyde ferrique. Du reste, il est difficile, dans ces roches, de séparer parfaitement le feldspath d'avec l'amphibole, et une partie du fer peut être fournie par un mélange de ce dernier silicate.

Diorites granitoïdes. — Dans les vallées du Drac et de la Romanche, on rencontre beaucoup de cailloux roulés appartenant à

des diorites où le feldspath est beaucoup plus abondant que dans les variétés précédentes et forme la masse principale de la roche. Au milieu de cette pâte de feldspath lamellaire, d'un blanc de lait très pur, nagent des cristaux d'amphibole, petits, très nets et isolés les uns des autres. Cette amphibole est d'un noir foncé; je n'ai pas recherché sa composition qui ne présente probablement rien de particulier. Quant au feldspath, il a encore tous les caractères minéralogiques de l'*andésite*. J'ai du reste fait l'essai du feldspath extrait d'un de ces diorites bien caractérisés; j'ai obtenu encore environ 60 pour 100 de silice, 25 d'alumine, etc., comme dans les analyses précédentes.

Ces roches se rencontrent très fréquemment en cailloux roulés dans le Drac, la Romanche et plusieurs de leurs affluents; mais leurs gisements n'ont pas encore été indiqués d'une manière précise. Ainsi, le feldspath andésite paraît entrer dans la constitution de toutes les variétés de diorites abondamment répandus dans les Alpes du Dauphiné. Il y est constamment d'un blanc de lait ou un peu verdâtre, lamellaire ou même simplement grenu; sa cristallisation, toujours confuse, ne paraît s'être effectuée qu'après celle de l'amphibole. Il remplit les interstices vides entre les lames de ce dernier minéral, ou bien il forme une sorte de pâte au milieu de laquelle les cristaux d'amphibole nagent librement.

J'ajouterai, du reste, en terminant cette note, que le feldspath andésite paraît exister encore dans d'autres genres de roches des Alpes dauphinoises. Je l'ai trouvé très nettement caractérisé dans une euphotide de Lavaldens, près la Mure, la seule localité du département de l'Isère où les roches diallagiques et les serpentines aient été signalées jusqu'ici (1). Cette roche est formée de diallage laminaire, d'un vert olive très foncé et d'un feldspath blanc ou blanc verdâtre, ayant l'éclat et le clivage de l'andésite, et dont la composition se rapporte encore à cette espèce de feldspath. J'ai obtenu en effet, pour moyenne, de deux essais au carbonate de soude:

Silice	60,0
Alumine.	23,8
Oxyde ferrique. .	1,1
Chaux.	6,0
Magnésie.	1,5
Alcalis (diff.). . .	5,3
Eau.	2,3
	100,0

(1) Gueymard, *Statist. du dép. de l'Isère*, p. 164.

Il contiendrait seulement plus de chaux; moins d'alcalis et plus d'eau combinée que le feldspath des diorites. Si l'on compare, du reste, sa composition à celle des feldspaths reconnus jusqu'ici dans les euphotides, on voit qu'elle s'en éloigne notablement, et qu'elle présente une teneur en silice beaucoup plus grande (1). Sa cristallisation est aussi bien plus nette que ne l'est habituellement celle du feldspath des euphotides. L'euphotide de Lavaldens paraît donc mériter un examen spécial, et j'en ferai prochainement l'objet d'une notice, lorsque la saison m'aura permis d'étudier complétement les caractères et le gisement de cette roche.

Après la lecture de cette note, M. Delesse fait les remarques qui suivent :

L'intéressante communication de M. Lory confirme plusieurs des résultats auxquels j'ai été conduit dans mes recherches de minéralogie chimique.

En ce qui concerne les *diorites*, j'ai constaté que leur feldspath du sixième système n'est pas de l'albite, mais un feldspath moins riche en silice.

Ce feldspath peut être de l'oligoclase; le plus souvent cependant il paraît devoir être rapporté à l'andésite, si l'on désigne sous ce nom le feldspath dans lequel les rapports d'oxygène, entre les bases à 1 atome d'oxygène, les bases à 3 atomes et la silice sont entre eux ÷ 1 : 3 : 8. M. Lory a reconnu qu'à Chalanches d'Allemont, au bourg d'Oisans, dans la vallée du Drac, sa teneur en silice est environ de 60 p. 100; cette teneur en silice est aussi celle qu'ont habituellement les feldspaths des diorites des Vosges; il est même fort remarquable que la diorite de Faymont, qui est très riche en quartz, ait pour base un feldspath, dont la teneur en silice est seulement de 59, 38 p. 100 (2).

Dans certaines diorites pauvres en quartz, qui sont cependant très bien caractérisées, la teneur en silice du feldspath peut d'ailleurs être beaucoup moindre; ainsi, j'ai constaté que dans la diorite du Pont-Jean (Vosges) elle s'abaisse à 53 p. 100, en sorte que son feldspath constituant peut être rapporté au labrador (3). Dans la diorite orbiculaire de Corse, elle descend même jusqu'à

(1) Voir le mémoire de M. Delesse sur l'euphotide d'Odern, *Annales des mines*, 4e série, t. XVI, p. 325.

(2) *Annales des mines*, 4e sér., t. XVI, p. 357.

(3) *Id.*, p. 342.

48, 62 p. 100 (1), et il est bien probable que la teneur en silice du feldspath constituant des diorites a seulement pour limite inférieure la teneur en silice du feldspath anorthite.

On ne saurait donc plus admettre, comme on l'a toujours fait jusqu'à présent, que le feldspath constituant des *diorites* soit de l'*albite*.

Ces variations que présente la teneur en silice du feldspath d'une grande famille de roches, telle que celle des diorites, qui peuvent différer entre elles, soit par leur âge, soit par leur gisement, s'expliquent du reste facilement, et l'on peut même dire qu'il aurait été en quelque sorte plus extraordinaire de trouver seulement des diorites à base d'albite; mais il est plus remarquable que des variations, qui sont presque du même ordre, s'observent pour une *même roche* recueillie dans un *même gisement*; c'est cependant ce qui a lieu. Je l'ai déjà démontré pour l'*euphotide*, et j'aurai par la suite l'occasion de le démontrer pour la plupart des roches, en m'appuyant sur des exemples remarquables pris dans les Vosges.

M. Lory, en analysant le feldspath de l'euphotide de Lavaldens, a fait voir que la teneur en silice de ce feldspath peut s'élever dans certains cas jusqu'à 60 p. 100, c'est-à-dire jusqu'à celle du feldspath andésite : par conséquent l'euphotide d'un même massif de montagnes, telles que les Alpes, a une teneur en silice qui varie d'une manière continue de 43 à 60 p. 100; en sorte que le feldspath constituant de cette euphotide est tantôt de l'anorthite, tantôt de l'andésite, et tantôt un autre feldspath du sixième système, dont la teneur en silice est comprise entre les limites précédentes (2).

. . . . . .

Relativement à la première de ces communications, M. Rivière dit qu'il ne traitera pas la question des feldspaths, sur laquelle la Société sait qu'il est en désaccord avec M. Delesse. Il veut faire seulement remarquer, qu'ayant eu l'occasion de faire de nombreuses analyses microscopiques de porphyres rouges, rapportés d'Égypte par Lefebvre et MM. Galinier et Ferret, il a toujours vu que ces porphyres, qui lui paraissaient d'ailleurs intimement liés aux syénites, contenaient du quartz et de l'amphibole.

Quant à la note de M. Lory, cet observateur cite des diorites et des amphibolites en face de Vizille. M. Rivière ne pense pas que

(1) *Annales de chimie et de phys.*, 3e sér., t. XXIV.
(2) *Annales des mines*, 4e sér., t. XVI, p. 328.

ces roches existent en ce point : on les voit au bourg d'Oisans, et là, il est bien vrai que le diorite semble alterner avec les protogines schisteuses; mais il est facile de s'assurer, par un examen plus attentif, qu'il forme de véritables filons.

M. Delesse répond à la première des observations de M. Rivière, qu'il croit devoir maintenir ses assertions au sujet de la rareté du quartz et de l'amphibole dans le porphyre rouge antique. Le fer oligiste s'y trouve en petites lamelles qui, à la première inspection, pourraient être confondues avec l'amphibole. Quant au quartz, il n'y est jamais qu'accidentellement. M. Gustave Rose avait même nié entièrement sa présence dans cette roche.

A la suite de cette discussion, M. Boubée demande quelle conclusion pratique on peut tirer de ces études chimiques. « D'un côté, dit-il, elles sont contestables, et, de l'autre, elles » ne prouvent rien. Elles nuisent aux progrès de la géologie, à » laquelle elles enlèvent son caractère de science naturelle : elles » amoindrissent l'intérêt de la science aux yeux des nombreuses personnes qui ne sont pas initiées aux connaissances » chimiques. »

M. Rivière ne pense pas, comme le préopinant, que les études chimiques soient inutiles à la géologie : seulement il faut éclairer l'analyse chimique par l'analyse philosophique.

M. Delesse répond à M. Boubée que, malgré la sortie assez vive qu'il vient de faire contre les chimistes géologues, il pense que la Société géologique est assez convaincue de l'utilité des recherches de chimie dans les questions géologiques, pour qu'il soit superflu de la démontrer devant elle.

M. Viquesnel communique la note suivante de M. Fournet :

Note sur quelques résultats d'une excursion dans les Alpes, faite en août et septembre 1849, par M. J. Fournet, professeur à la Faculté des sciences de Lyon.

L'existence du terrain triasique dans la partie des Alpes qui fait l'objet de nos études a été à peu près complétement méconnue; du moins, je ne pense pas que l'on puisse actuellement ajouter une grande importance aux anciens aperçus de MM. Buckland et Backwrel à ce sujet.

En 1843, je fus frappé de la ressemblance des grès multicolores d'Allevard avec les grès bigarrés en général, et leur situation immédiatement au-dessous des calcaires fossilifères me porta naturellement à les réunir au trias. Une note insérée dans les procès-verbaux de la Société d'agriculture de Lyon (séance du 20 janvier) fait connaître mes premières idées à ce sujet.

Cette donnée ne pouvait être oubliée dans la suite de mes voyages. En effet, à l'est, je pus voir le trias tyrollien aboutir par le lac de Côme aux environs du Lac Majeur. D'autre part, à l'ouest, ce même terrain est accusé en plusieurs points dans le Jura, sur les rampes des montagnes lyonnaises et des Cevennes, et jusque sur celles du département du Var. Il était donc naturel de supposer que la région intermédiaire devait également montrer la même formation, sauf les oblitérations locales occasionnées par d'anciens soulèvements. Cette présomption était même déjà trop bien appuyée pour le grès d'Allevard pour ne pas provoquer de plus amples recherches.

C'est à celles-ci que fut consacrée ma campagne de 1849. Ma ligne d'observations était naturellement tracée par le contact des terrains anciens et des terrains jurassiques, et elle fut suivie depuis le Valais jusque sur le revers méridional du Pelvoux. Les principales stations explorées sont d'ailleurs Bex, Orcières, la Tête-Noire, Valorsine, diverses parties de la vallée de Chamouni, Saint-Gervais, le col du Bonhomme, Ugine, Petit-Cœur, le col de la Madeleine, Allevard, Lamure, le Champoléon et le mont de Lans.

Dans ce trajet, j'étudiai non seulement les terrains triasiques, mais encore quelques unes des masses inférieures. Celles-ci se montrent privées de fossiles, tandis qu'ils sont assez fréquents dans les roches placées plus haut. Cette différence permet de conclure que le trias établit une démarcation tranchée dans les formations sédimentaires des Alpes.

La reconnaissance de cette formation offre encore cet avantage de mettre fin aux longues discussions relatives aux divers étages anthraxifères alpins. En effet, les étages anthraxifères supérieurs, tels que ceux du Chardonnet, etc., étant incorporés dans les couches à Bélemnites, appartiennent au domaine des terrains jurassiques. Par contre, l'étage anthraxifère, plus ancien que le trias, doit figurer au moins le terrain houiller proprement dit. D'ailleurs, l'absence dans cet étage des calcaires à Encrines, à Productus, et autres fossiles caractéristiques du terrain carbonifère ancien, contribue à confirmer cet arrangement.

Cependant il existe aussi des calcaires dans la partie inférieure des terrains alpins, témoin ceux que l'on voit apparaître çà et là depuis Bajo, près d'Ivrée, jusque vers Crevola, et que l'on retrouve en divers points auprès du Simplon, du mont Cervier, dans les roches anciennes du Trient, au Chapiu, et plus loin au sud dans diverses vallées subordonnées au massif du Pelvoux. Malheureusement, plongés dans les parties les plus métamorphisées des terrains sédimentaires des Alpes, il sera peut-être, pendant quelque temps encore, difficile de définir avec précision le rang qu'ils doivent occuper dans la série des formations.

A cette occasion, je ferai aussi remarquer que les métamorphismes généraux des Alpes sont limités dans la partie inférieure au trias ; ils ont même à peine affecté quelques parties de ce que je viens de désigner comme pouvant être le terrain houiller. Quant au terrain jurassique proprement dit, il n'a subi que les seuls effets d'influences purement locales, si toutefois on veut faire abstraction de ceux qui ont été occasionnés par un flux de chaleur modérée, par lequel paraît avoir été provoquée la décomposition en carbone des matières bitumineuses, dans le voisinage des principaux centres d'éruptions plutoniques. On peut d'ailleurs restreindre dans les mêmes limites la simple calcination qui a converti les argiles schisteuses en ardoises bélemnitifères.

Il s'agit maintenant de confirmer ces aperçus généraux à l'aide de détails plus circonstanciés. En cela, il est toutefois sous-entendu que les coupes des diverses localités seront exposées dans un mémoire spécial faisant suite à mes précédentes notices sur les Alpes.

Le terrain triasique alpin ressemble beaucoup au trias atrophié des environs de Lyon. Ainsi on y trouve des grès nuancés de diverses manières, quelques conglomérats, des calcaires, des cargneules, des dolomies ferrugineuses et manganésiennes. Les grès en question sont souvent très siliceux et même tellement surchargés de cette sorte de ciment, qu'il s'isole quelquefois en forme de réseaux et de veinules jaspoïdes. Aussi ces roches affectent, en général, un plus grand état de cohésion que les grès des environs de Lyon. En un mot, elles se rapprochent des quartzites jurassiques alpins, mais sans en offrir la simplicité.

Le plus grand développement du trias alpin se montre au col du Bonhomme, où il forme les *grès singuliers* de Saussure. Les autres gisements se trouvent au lac de Champiex (?), au Trient, au col de Salenton, dans quelques points de la vallée de Chamouni, aux Chavants, à Saint-Gervais, sur le versant sud du col

de la Madeleine, à Allevard, dans le Champoléon et à Lamure.

Ce terrain repose en stratification sur les formations anciennes des Alpes, comme on peut le voir au col de Salenton, au Trient. Il est également quelquefois en stratification discordante par rapport au terrain dit houiller, et la preuve en est facile à acquérir au Péchagnard. Enfin, dans certains cas, il est aussi discordant avec le jurassique superposé, et c'est ce qui arrive à Allevard. Au surplus, son indépendance par rapport au terrain présumé houiller se manifeste par sa superposition directe sur les dépôts plus anciens du col de Salenton. J'ajouterai encore qu'il manque rarement sous le terrain jurassique, et, en cas d'absence, il est quelquefois dissimulé par suite des circonstances de la stratification, plutôt que réellement oblitéré. Cette circonstance paraît devoir exister au col de la Madeleine, et plus spécialement à Ugine où les schistes argileux jurassiques appuient, en stratification discordante, la tranche de leurs couches contre les assises du conglomérat houiller.

Les caractères pétrologiques du terrain présumé houiller sont bien connus, car il est représenté par le conglomérat de Valorsine, rendu si célèbre par les observations de Saussure; diverses modifications le font simplement varier de station en station; mais ce qui est plus essentiel à mentionner, c'est la difficulté que le métamorphisme combiné avec la concordance de stratification par rapport aux terrains cristallins inférieurs opposera dans quelques cas à sa disjonction d'avec ceux-ci. Il est de fait, que l'on ne voit pas comment séparer, par exemple, la zone carbonée des Ouches, d'avec certains gneuss pétro-siliceux voisins. S'il y a là un métamorphisme général, il faut supposer que ce métamorphisme n'a pas pu s'effectuer sur les parties carbonées, parce que le carbone faisant fonction de corps infusible a mis obstacle au ramollissement nécessaire pour faciliter les cristallisations subséquentes. Cependant, dans d'autres points, ce terrain houiller se distingue plus ou moins nettement par sa disposition en stratification discordante sur les schistes cristallins anciens; c'est ce qu'on accuse entre autres pour le Péchagnard et le clos du Chevalier aux Chalanches. Bien plus, parmi les cailloux des conglomérats de la Tête-Noire, il faut mentionner ceux des roches profondément métamorphiques dont j'ai déjà donné la description à l'occasion de ma coupe d'Erionnas à Martigny. Ces métamorphismes préexistaient donc à la formation du conglomérat de la Tête-Noire, et en réunissant cette donnée avec celle de la discordance de stratification sur d'autres points, on voit se confirmer l'existence d'un terrain ancien et indépendant de la formation dite houillère.

Les stations présumées houillères des Alpes sont, outre-Rhône, le Frient, la Tête-Noire, les Céblancs, Argentières, les Ouches, Ugine, la Rochette, les hauteurs du Pinsot, les Chalanches, les Rousses, le mont de Lans et Péchagnard. D'après la disposition relative des lieux, on voit que la nappe en question a été disloquée par les soulèvements alpins, de manière que ses lambeaux sont rejetés sur les deux flancs de l'axe éruptif du Mont-Blanc et même portés sur quelques unes de ses sommités. Cependant il est à remarquer que jusqu'à présent on n'en a pas accusé la présence sur les rampes de ce que j'ai appelé ailleurs l'axe Soglio; mais on retrouve des conglomérats analogues plus loin à l'E., dans les courants de Lugano, d'où ils paraissent s'étendre vers le Tyrol, etc. Cette circonstance autorise à croire que l'axe en question, déjà antérieurement, aurait été exhaussé au-dessus de la mer houillère, de manière à constituer un bourrelet entre la France et l'Italie.

Avant de terminer, j'ajouterai encore quelques considérations au sujet des terrains cristallins inférieurs.

On a vu précédemment qu'il en est qui sont liés aux terrains présumés houillers, mais d'autres en sont nettement séparés, et il reste à définir ceux-ci, au moins pétrologiquement, jusqu'à ce que la découverte de quelques fossiles permette de faire un pas de plus. Essentiellement composés de chlorites schisteuses, de gneuss chloriteux et amphiboliques, d'arkésines, avec des assises calcaires et dolomitiques, ils constituent un ensemble auquel M. Guyot a donné le nom de *Roches Pennines*, parce que, après l'avoir étudié en 1844 et 1846, depuis le Mont-Blanc jusqu'au Mont-Rose, il l'a regardé comme appartenant à la partie la plus centrale et la plus élevée des Alpes de ce nom. La dénomination proposée par M. Guyot peut être adoptée, en faisant toutefois observer qu'elle doit s'appliquer à la majeure partie des roches métamorphiques déjà décrites depuis Saussure par divers observateurs, mais aussi quelquefois confondues par eux avec les terrains jurassiques superposés.

Les Roches Pennines constituent entre autres une bande d'une énorme puissance, qui se trouve établie sur le versant Italique des Alpes. Saussure les a indiquées autour du mont Cervin, du Grand-Saint-Bernard, du Cramont, dans la vallée d'Aoste et sur d'autres points. Je les ai observées à diverses reprises depuis l'année 1836, à Bajo, à Saint-Marcel, à Gressoney, à Allagna, dans le val Anzasca, autour du Simplon, dans les vallées d'Anniviers et de la Drause. Je me suis encore assuré qu'elles existent incontestablement autour

du noyau du Mont-Blanc, d'où elles s'étendent, par le Chapin, au travers de la Tarentaise et de la Maurienne; on les voit enfin reparaître au Mont-Genèvre, dans les vallées de la Romanche, du Vénéon et dans diverses vallées de la partie sud du massif du Pelvoux, témoin les marbres du val Senestre et autres déjà décrits par M. Gueymard. Jusqu'à nouvel ordre, on devra ignorer si ces terrains schisteux et calcaires représentent le système carbonifère, ou d'autres formations plus anciennes. Cependant je crois entrevoir, dès à présent, que des études convenablement dirigées autour du massif de la France centrale jetteront bientôt quelque jour sur la question.

Un autre système, que l'on a déjà supposé plus ancien que l'ensemble des Roches Pennines, est composé plus essentiellement de roches micacées et se présente d'une manière ambiguë à Baveno, Cogne, Evionnaz, etc. Il existe probablement entre celui-ci et le précédent des différences analogues à celles qui se manifestent dans nos montagnes lyonnaises entre le groupe des schistes chloriteux, amphiboliques et argileux non fossilifères, d'une part, et celui des gneuss micaschistes d'autre part. Mais on conçoit que ces questions ne peuvent s'éclaircir que pas à pas et par de fréquents retours sur les lieux. Il ne faut pas perdre de vue qu'il existe d'énormes différences entre la constitution du sol méditerranéen et celle du sol septentrional. Déjà on a fait ressortir les désaccords qui se manifestent entre les terrains jurassiques respectifs. De même le trias méridional n'offre que des ressemblances éloignées avec le trias germanique. Enfin, les divergences remontent aux systèmes houillers carbonifères et autres plus anciens, à en juger par les bouleversements que les découvertes de M. Graff et les miennes vont occasionner dans la distribution des fossiles regardés comme caractéristiques d'après les bases fournies par la Belgique, l'Angleterre, etc. Je persiste donc à croire que le grand problème géologique des Alpes ne peut être résolu qu'en prenant des points d'appui d'un côté en Italie, et de l'autre sur le flanc oriental et méridional des montagnes de la France centrale. C'est pourquoi j'ai si fréquemment cherché dans ces contrées des données de nature à être appliquées aux éléments tant anciens que modernes du vaste groupe intermédiaire. Dans l'impossibilité d'aborder de front les difficultés, il faut savoir les tourner.

A cet égard les Vosges, le Lyonnais et le Languedoc présentent le terrain carbonifère devenu incontestable malgré les théories que l'on a voulu avancer à l'encontre. Ces mêmes régions m'ont fait connaître le détail du métamorphisme micacé, amphibolique,

chloriteux et feldspathique des schistes argileux. D'un autre côté la transformation des grès et des schistes anciens ou modernes en prasophyres et en mélaphyres est devenue positive aussi bien dans le Lyonnais que dans les Vosges, les Alpes occidentales et orientales, la Toscane et l'île d'Elbe. Le non-métamorphisme des dolomies du Tyrol et du reste de l'Italie passera également bientôt à l'état de fait acquis et applicable aux dolomies alpines. Chaque voyage m'a donc permis de rectifier et d'améliorer les données que j'ai trouvées établies à mon début, et je puis ainsi concevoir l'espoir d'atteindre, dans un avenir prochain, à une solution au moins générale des questions qui m'ont si vivement occupé depuis l'année 1836 jusqu'à ce jour.

M. Martins présente le Mémoire suivant, qui lui est commun avec M. Gastaldi :

Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô, aux environs de Turin, comparés à ceux de la plaine Suisse, par MM. Ch. Martins et B. Gastaldi. (p. 602)

De tout temps les géologues ont été frappés du développement des terrains superficiels de la vallée du Pô; mais ils s'étaient bornés à en signaler les traits extérieurs les plus saillants. Ce travail a pour but de classer ces terrains, d'indiquer leur origine, et de les mettre en rapport avec ceux qui ont été étudiés avec tant de succès par les géologues suisses, dans la plaine comprise entre les Alpes et le Jura.

En procédant de haut en bas, et en prenant pour base de classification les modes de formation de ces différents dépôts, nous les diviserons en formations glaciaires et en formations aqueuses. Dans les formations glaciaires, nous comprenons les anciennes moraines et le terrain glaciaire éparpillé; dans les formations aqueuses, le diluvium alpin sans fossiles, les alluvions du pliocène, et les couches marines qui les supportent.

I. FORMATIONS ET TRACES GLACIAIRES.

C'est surtout à la sortie des grandes vallées qui débouchent dans la plaine du Pô que les moraines se présentent avec leurs formes et leurs caractères les plus saillants. Dans l'impossibilité où nous sommes de les décrire toutes, nous nous bornerons à faire con-

naître les moraines les plus rapprochées de Turin, savoir celles de la vallée de Suse et du val d'Aoste, qui, par leur position, se trouvaient le mieux à notre portée.

ANCIEN GLACIER DE LA VALLÉE DE SUSE OU DE LA DORA-RIPARIA.

C'est sur les hautes cimes du mont Tabor, du mont Cenis et du mont Genèvre qu'il faut chercher les sources les plus éloignées de ce glacier. Les trois affluents se réunissaient à Suse, et descendaient le long de la Dora-Riparia jusqu'à Rivoli, village situé à 12 kilomètres de Turin. La longueur totale de l'ancien glacier, depuis le mont Tabor jusqu'à Rivoli, était de 80 kilomètres.

M. Leblanc (1) est le premier qui ait signalé l'existence et l'origine des roches polies du mont Cenis. Dans un cirque inférieur au col de quelques centaines de mètres, et connu sous le nom de plaine de Saint-Nicolas, les roches sont moutonnées, et en les regardant de haut en bas on reconnaît que la force qui les nivelait agissait d'amont en aval. Partout, dans la vallée de Suse, on rencontre des traces analogues; mais c'est à son débouché dans la plaine du Pô que toutes les preuves d'une station prolongée de l'extrémité d'un glacier se trouvent, pour ainsi dire, accumulées.

Si, par la pensée, nous faisons abstraction un instant des masses de terrain de transport qui obstruent l'entrée de la vallée arrosée par la Dora-Riparia, pour ne considérer que les montagnes qui la bordent, nous reconnaissons que sa direction primitive est de l'O. à l'E. (*voyez* la carte, pl. X); mais un grand massif, le Musinet, situé entre Rivera et Caselette, déplace l'axe de la vallée vers le S., à partir de Sant-Ambrogio, et la force à déboucher dans celle du Pô, sous un angle de 45 degrés environ. Le glacier a suivi la même direction. Refoulé par le massif du Musinet vers le S.-E., il a poussé ses moraines terminales entre Trana et Rivoli, dans une direction oblique à celle qu'il avait entre Suse et Condove.

Avant de décrire ces moraines, mentionnons les roches qui ont conservé les formes moutonnées que le glacier leur a imprimées, et les stries qu'il a gravées à leur surface.

Roches polies et striées.

A Sant-Ambrogio, la vallée se termine par une montagne à parois escarpées, sur laquelle est bâtie l'abbaye de la Sacra. La

(1) *Bulletin de la Société géologique*, t. XIII, p. 125. 1841.

roche est une serpentine chloritée assez altérable à l'air. Néanmoins, elle présente encore des traces du passage du glacier : les roches sont moutonnées, et la partie escarpée (*Lee seite* des Norvégiens) est tournée en aval ; la partie nivelée (*Stoss seite*) vers l'amont. Au pied de l'escarpement, sur la route de Chiusa, on remarque une large surface polie couverte de stries très longues dirigées parallèlement à l'axe de la vallée.

Nous retrouvons des stries analogues sur le massif serpentineux qui porte les ruines du vieux château d'Avigliana. Sur ce mamelon on distingue deux systèmes de stries : les unes, situées au N. du village, sont parallèles à l'axe de la vallée ; les autres, orientées à peu près du N. au S., forment avec les premières un angle de 45 degrés environ. Ce fait s'explique facilement. A l'époque de sa plus grande extension, lorsqu'il édifiait à Rivalta sa moraine terminale, le glacier couvrait probablement le mamelon d'Avigliana ; mais, dans sa période de retrait, lorsque le glacier était moins puissant et moins étendu, ce mamelon formait un îlot semblable au jardin du glacier de Talèfre, à Chamonix. Les deux branches se portaient : l'une dans le S., vers Trana ; l'autre au S.-E., vers Rivoli ; de là deux systèmes de stries orientées les unes du N. au S., les autres du N.-O. au S.-E. On retrouve encore les traces de la portion du glacier qui se dirigeait au sud vers Trana. Entre le petit lac d'Avigliana et le pied méridional du mamelon qui porte cette ville, est une surface parfaitement polie, couverte de stries souvent d'un mètre de long. La roche est creusée par des sillons dont l'un est assez large pour contenir un homme ; ses bords sont arrondis, l'intérieur de la cavité est striée, et les stries se continuent sans interruption avec celles de la surface plane. Ce fait intéressant rappelle les canaux striés des environs de Christiania, en Norvège. Sur une paroi verticale, aux pieds du mamelon serpentineux qui s'étend entre Avigliana et Trana, près de ce dernier village, on voit une surface semblable, et des stries orientées de même. La branche du glacier qui suivait le cours actuel de la Doire, en se dirigeant vers l'E., n'a point laissé d'autres marques de son passage que celles qui se trouvent sur le mamelon d'Avigliana ; car, en aval de ce bourg, elle ne rencontrait plus aucune roche en place qui eût pu nous conserver les stries qu'il a burinées.

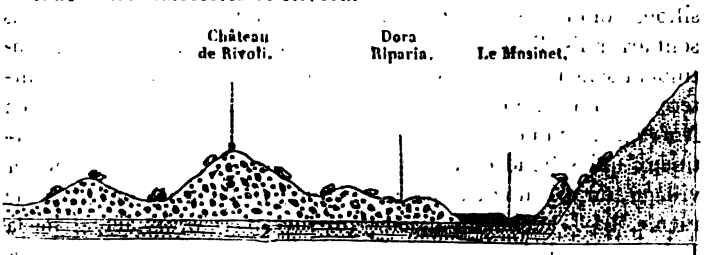
Du côté opposé de la vallée, les flancs du Musinet, qui formaient la rive gauche du glacier, se composent d'une pierre trop altérable pour présenter encore les formes qu'il imprime toujours aux roches qui l'encaissent.

Anciennes moraines.

Après un simple coup d'œil jeté sur la carte de l'état-major piémontais, dont la nôtre n'est que le calque, tout géologue familier avec les moraines reconnaîtra entre Alpignano, Trana et Rivalta la disposition de celles qui se forment sous nos yeux autour de l'escarpement terminal des glaciers actuels. Du couvent de San-Francesco à Trana s'étend l'extrémité de la moraine latérale droite; de Camerletto à Casselette celle de la moraine latérale gauche. Toutes deux se continuent et se confondent avec les moraines frontales de Rivalta, de Rivoli et d'Alpignano, qui forment un système d'arêtes et de mamelons indiquant les stations extrêmes du glacier avant sa période de retrait.

Moraine latérale droite. — Après avoir doublé le promontoire au pied duquel est situé le village de Sant-Ambrogio, le glacier de la vallée de Suse déposait sur les flancs de la montagne les matériaux dont il était chargé. Ces matériaux accumulés forment une colline qui, s'abaissant insensiblement à partir du couvent de San-Francesco, se dirige vers le S., puis s'infléchit vers l'E., et rejoint près de Trana la moraine frontale du glacier. Cette colline rappelle, par sa régularité, la moraine latérale droite du glacier de la vallée d'Aoste, entre Brosso et Strambinello.

La moraine latérale gauche s'appuie contre le Musinet; on en retrouve de distance en distance les lambeaux très bien conservés, surtout entre Casselette et Rivera.



Coupe à travers la moraine de Rivoli, du Musinet aux environs de Beinasco.
1. Massif du Musinet. — 2. Diluvium alpin. — 3. Terrain morainique.

Les moraines frontales, vues d'un point élevé, forment des arcs concentriques sensiblement parallèles les uns aux autres. Examinons-les successivement. Les plus considérables sont situées dans un quadrilatère compris entre Avigliana, Trana, Rivalta et Rivoli. Deux d'entre elles se distinguent par leur étendue et leur hauteur. La première est celle de Rivalta : elle commence à Trana, en

dirige vers Villarbasse et finit à Rivoli; près de Sangano, sa base, profondément affouillée par les eaux du Sangone, montre qu'elle repose sur le diluvium alpin. La deuxième moraine s'appuie près de Reano, contre le massif serpentineux situé entre Trana et Avigliana, et se termine à Rivoli; elle est parallèle à la première. Ces deux moraines sont séparées par la petite vallée de Villarbasse, au-dessus de laquelle elles s'élèvent à 60, 80, et même 150 mètres. Trois autres petites moraines frontales faisant face au S., et correspondant à la période de retrait du glacier, sont enclavées entre la moraine latérale droite et le massif serpentineux, qui, semblable à une île, s'étend d'Avigliana à Trana. Les lacs d'Avigliana, de Trana et deux tourbières doivent leur existence à ces moraines. La tourbière exploitée près de Trana était jadis un lac qui a été desséché. Une moraine la sépare du plus méridional des deux petits lacs. Une seconde moraine vient se placer entre les deux lacs, qui se versent l'un dans l'autre. Enfin on trouve une seconde tourbière entre le plus septentrional des deux et Sant-Ambrogio. Il y a 6 à 7 mètres de différence de niveau entre les deux lacs, dont le trop plein se décharge dans la Doire, en formant un petit système hydrographique qui coule en sens inverse de celui de la vallée. Ces lacs, ces tourbières, dus aux barrages formés par les moraines, rappellent la disposition si commune dans les Vosges et si frappante pour les lacs de Longemer, Gérardmer, et les tourbières du Rein-Brice, en amont des moraines de Tholy. A Gérardmer, le canal de décharge du lac est également forcé de couler en sens inverse de la pente générale du terrain, en s'échappant par la gorge de la Vologne (1).

Enfin le glacier de la vallée de Suse a laissé des accumulations de débris en amont du massif serpentineux d'Avigliana, et d'un autre plus petit situé entre la grande route et la Doire; de plus, de grandes moraines en forme de terrasses sont adossées à l'extrémité N. de l'île rocheuse située entre Trana et Avigliana. Tel est l'ensemble des moraines terminales qui ferment l'entrée de la vallée parcourue par la Dora-Riparia. On peut l'embrasser d'un seul coup d'œil sur la belle carte de l'état-major piémontais, dont la topographie, faite en dehors de toute préoccupation géologique, accuse très bien, malgré sa petite échelle, le relief des moraines que nous avons décrites.

---

(1) Voyez *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. IV, p. 1644.

Examinons maintenant si la grandeur relative de ces moraines est d'accord avec les notions que nous avons sur leur mode de formation à l'extrémité des glaciers actuels. La puissance et la largeur d'une moraine latérale dépend des éboulements de rochers qui se font sur la rive correspondante du glacier. Ces éboulements sont eux-mêmes en rapport avec le nombre, la hauteur et l'état de désagrégation des montagnes correspondantes. Aussi, en général, la largeur des moraines est-elle proportionnelle à celle du bassin d'où elles proviennent. Cet énoncé se vérifie très bien sur la moraine terminale de l'ancien glacier de la vallée de Suse. La moraine latérale droite l'emporte de beaucoup sur la gauche. Il devait en être ainsi : en effet, cette dernière est le produit de l'affluent du mont Cenis et de la Novalesa seulement ; la moraine latérale droite, au contraire, résulte de la réunion des deux vallées, qui descendent des cimes élevées du Tabor et du mont Genèvre. Un examen approfondi des roches composant les matériaux des diverses moraines montrerait probablement que toute la partie comprise entre San-Francesco et Rivoli est la moraine des affluents du mont Tabor et du mont Genèvre, tandis que celle comprise entre Villaralmese et Rivoli appartient à celui du mont Cenis.

Les *cailloux rayés*, ces fossiles caractéristiques des anciens glaciers, sont assez rares dans les moraines latérales, mais fort communs sur la moraine frontale, et particulièrement entre Casselette et Rivoli, et entre Rivoli et Reano. Ils atteignent quelquefois des dimensions considérables : ainsi, dans les rues de Rivoli, on voit un bloc d'un mètre environ de longueur couvert de raies. Ces cailloux sont ordinairement de nature serpentineuse, quelques uns d'un calcaire passant au gypse et à la dolomie, provenant peut-être des hauteurs du mont Cenis. Nous mettons cinq de ces cailloux sous les yeux de la Société. L'un, recueilli près du château de Rivoli, a 3 décimètres de long ; il est aplati et rayé sur ses deux faces, ses angles sont imparfaitement arrondis, et dans les anfractuosités on voit des traces de la boue des glaciers ; deux autres, plus petits, plus arrondis, ressemblent davantage à des cailloux roulés, mais ils sont couverts de raies fines entrecroisées dans tous les sens, et portent encore, sur quelques unes de leurs faces, les grains quartzeux qui les ont burinés. Ces trois cailloux sont serpentineux ; un quatrième, encore plus petit, et arrondi sur tous ses angles, est calcaire.

Blocs erratiques. — Ils occupent deux positions bien distinctes : un grand nombre d'entre eux sont perchés au sommet des moraines, suspendus sur leurs flancs ou placés à la surface du terrain gla-

ciaire éparpillé; d'autres sont enfoncés à une certaine profondeur dans le sol. Ainsi, aux environs de Pianezza, les champs sont parfaitement nettoyés; on n'y voit point de pierres, sauf de gros blocs que la mine n'a pas encore fait disparaître. La surface du terrain est formée d'un lehm ou argile jaunâtre assez plastique pour servir, dans quelques endroits, à la fabrication des briques; mais, à une faible profondeur, se trouvent des blocs volumineux que le cultivateur entasse aux limites de ses champs sous forme de murs en pierres sèches. On en découvre d'autres, à plusieurs mètres au-dessous du sol, en creusant les caves ou en établissant des tranchées. Ces blocs erratiques disparaissent complétement en s'éloignant de Rivoli; tous sont situés dans la zone du terrain glaciaire éparpillé, qui ne dépasse pas une ligne courbe passant par Rivalta, Grugliasco, Collegno, et un peu à l'E. de Pianezza. Sur la coupe 1, de la planche X, ce terrain occupe l'espace compris entre *a* et *b*. Aux environs de Turin, au contraire, les champs sont parsemés de cailloux roulés, provenant du diluvium alpin que la charrue, en pénétrant au-dessous de la mince couche de terre végétale, amène chaque année à la surface du sol.

Voici quelques détails sur les blocs erratiques les plus remarquables par leur volume qui se trouvent dans le périmètre du terrain occupé jadis par le glacier.

Le plus gros est situé presqu'au milieu du village de Pianezza, à une lieue environ à l'E. du Musinet, et à deux lieues à l'O. de Turin. Ses dimensions sont 25 mètres de long, sur 12 de large et 14 de haut; mais, à cause de l'irrégularité de sa forme, il serait assez difficile de calculer exactement son volume; on peut cependant l'estimer approximativement à 2500 mètres cubes; ce dernier chiffre nous donne seulement le volume d'une partie du bloc, car il est profondément enterré. Des habitants du pays nous ont affirmé que les parois de ce bloc servent de mur aux caves des maisons environnantes. Quoique d'une forme irrégulière, il est terminé supérieurement par une surface assez plane, sur laquelle on a construit une chapelle qui est loin d'en occuper toute l'étendue.

A deux kilomètres environ au N. de Pianezza, dans la région aux pierres (*regione alle pietre*), on voit un autre bloc qui, quoique déjà fortement entamé par la mine, comme celui de Pianezza, mesure encore 20 mètres sur 12 et sur 8. Sa forme est moins irrégulière que celle du précédent; on peut la comparer à celle d'un prisme à quatre faces.

Un autre bloc non moins remarquable que celui de Pianezza par ses dimensions et les circonstances de gisement qui l'accom-

pagnent, se trouve au milieu de la petite vallée de Villarbasse; il repose sur une surface plane et nivelée, et à une distance de quelques centaines de mètres des deux moraines. Ses dimensions sont 28 mètres sur 10 et sur 11.

Sur les terrasses laissées par le glacier à l'extrémité N. du mamelon serpentineux qui s'étend de Trana à Avigliana, à plus de 100 mètres au-dessus des lacs, on voit aussi un bloc dont le volume est tel, que de loin on le prendrait pour une vieille maison en ruines; un autre, taillé sur les mêmes proportions, est perché sur la pente intérieure de la moraine latérale droite, et surplombe le lac de Trana, dans lequel il se reflète; enfin plusieurs d'entre eux sont éparpillés sans aucun ordre sur les cimes et dans les dépressions des moraines : tels sont celui de la Madeleine, aux environs de Rivoli; celui qu'on aperçoit dans le lit de la Doire, à Alpignano; celui de San-Pancrazio, et une foule d'autres; tous ont 12, 15 ou 18 mètres de diamètre.

Le long de la pente méridionale du Musinet, tout près de Caselette, on voit une ligne de blocs erratiques plus élevée que la moraine latérale gauche : c'est probablement la limite supérieure du glacier, lorsqu'il descendait au delà de Pianezza. (*V.* la coupe, p. 557.)

Les blocs erratiques dont nous venons de parler appartiennent presque exclusivement aux genres serpentine, euphotide, amphibolite et diorite. C'est sans doute à la ténacité de ces roches qu'ils doivent d'avoir conservé leurs proportions gigantesques.

Terrain glaciaire éparpillé; Terrain erratique éparpillé (1); *Moraine profonde; Moraine profonde et superficielle réunies* (2).

Sous ces quatre dénominations on a successivement désigné une portion du terrain erratique que nous allons essayer de bien définir. Lorsqu'on pénètre sous un glacier en profitant des cavernes qui se forment à sa base, ou de l'intervalle qui existe quelquefois entre ses côtés et la roche encaissante, on trouve que la glace ne repose pas immédiatement sur la roche; il existe entre elles une couche de boue, de sable, de cailloux arrondis, ou de fragments encore anguleux. La boue et le sable sont le résultat de l'usure des roches

(1) Charpentier, *Essai sur les glaciers et le terrain erratique du Rhône*, p. 130. — 1841.

(2) Ch. Martins, Sur les formes régulières du terrain de transport des vallées du Rhin. *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIII, p. 343. La note.

encaissantes, du broiement et de la trituration des fragments qui tombent sous le glacier ou s'engagent entre lui et les parois latérales de la vallée. Il est rare qu'on y rencontre des blocs plus gros que la tête, et l'on comprend qu'ils doivent tôt ou tard être pulvérisés par le puissant laminoir qui les broie. Tous ces fragments ne sont point en repos, comme ceux qui couvrent la surface supérieure du glacier; ils sont, au contraire, comprimés, frottés, entraînés, déplacés par le glacier ou roulés jusqu'au delà de son escarpement terminal par les filets d'eau et les ruisseaux qui circulent partout au-dessous de lui, et s'échappent à son extrémité sous la forme de torrents. Ainsi donc la moraine profonde se compose de boue, de sable, de fragments plus ou moins anguleux, de cailloux arrondis, rayés ou entièrement lisses, suivant la nature de la roche et les vicissitudes que le fragment a subies pendant son long charriage sous la glace.

Imaginons maintenant un glacier en voie de progression : à mesure qu'il s'avance dans la vallée il entraîne sa moraine profonde avec lui. S'il stationne longtemps, plusieurs années, par exemple, sur un point donné, il y élèvera une moraine terminale en forme de digue; mais si, arrivé à sa limite extrême, il fond et recule aussitôt, alors il ne construit point de moraine terminale, mais laisse seulement à la surface du sol sa moraine profonde réunie aux blocs erratiques et aux fragments qui couvraient la surface de son extrémité inférieure. Le terrain superficiel de l'espace abandonné par le glacier se composera donc de boue (*lehm*), de sable, de fragments anguleux, de cailloux arrondis, et de blocs erratiques formant une couche d'épaisseur variable, mais qui ne présente pas la forme de digue des moraines terminales. On conçoit que la proportion des différents matériaux de cette couche varie singulièrement. Quelques uns peuvent même manquer tout à fait. Ainsi il est des glaciers dont l'extrémité est recouverte de peu de fragments, et même ne porte pas de gros blocs erratiques; dans ce cas on ne trouvera que les matériaux de la moraine profonde. Les gros blocs erratiques et les fragments anguleux manqueront complétement. Quand les roches encaissantes du glacier sont tendres, elles sont toutes pulvérisées et réduites à l'état de boue ou lehm; si elles sont dures, cette boue est entremêlée d'un grand nombre de cailloux. N'oublions pas d'ajouter que, pendant la période de retrait des grands glaciers, ce terrain a été profondément remanié par les eaux résultant de la fusion de la glace, comme l'est encore actuellement celui qui se trouve au devant du glacier de l'Aar. A cette action il faut encore ajouter celle des

torrents, des eaux, des pluies qui l'ont raviné pendant les milliers d'années qui nous séparent de l'époque glaciaire.

Ces préliminaires établis, passons à l'examen de la moraine profonde de l'ancien glacier de la vallée de Suse. Elle s'étend jusqu'à Rivalta, Collegno et Scottina. L'ancien glacier ne s'est pas arrêté longtemps à cette limite extrême, car il n'y a point élevé de moraine frontale; mais il s'est brusquement retiré de quelques kilomètres en arrière, et a ensuite reculé lentement en faisant de longues stations, attestées par les anciennes moraines concentriques qui couvrent l'espace compris entre Rivoli, Sangano et Avigliana. Le terrain glaciaire éparpillé remplit les intervalles ou petites vallées qui séparent les moraines terminales et où se trouvent les villages de Villarbasse, Buttigliera, Rosta, etc. : il forme ensuite autour de la moraine terminale une zone circulaire plus ou moins large, qui s'étend de Rivalta au Musinet; sa largeur moyenne est d'un à trois kilomètres (*voyez* la coupe, pl. X, fig. 1 de *a* en *b*); il est légèrement ondulé, et se confond avec la plaine diluvienne (*b*, *c*) qui sépare les Alpes de la colline de Turin. Quand on suit la route de Turin à Chambéry, le sol est parfaitement uni jusqu'à Grugliasco : là les ondulations commencent avec le terrain glaciaire éparpillé, et la route s'élève par une série de pentes et de contrepentes, jusqu'au niveau de Rivoli. Ce terrain se compose de lehm jaunâtre et rougeâtre (boue de glacier) enveloppant des fragments d'un volume très variable (cailloux glaciaires), et supportant, près de Pianezza, de Scottina et de Villarbasse, des blocs erratiques qui souvent sont enfouis dans le lehm.

Aux environs de Grugliasco on rencontre des amas de sable que nous croyons devoir rapporter encore au terrain glaciaire éparpillé; ils nous paraissent représenter les sables résultant de la trituration des roches par le glacier, et forment çà et là de petits monticules garnis d'une végétation herbacée maigre et discontinue. Ce sable est blanchâtre, très fin, et serait aisément emporté par les vents, si les graminées qui le recouvrent ne le fixaient pas. Des monticules semblables se retrouvent sur l'ancienne route de France, entre Rivoli et Avigliana, et là ils sont à une élévation telle, qu'il est impossible de supposer, d'après le relief actuel de la contrée, qu'ils aient pu jamais y être amenés par un cours d'eau, fût-il beaucoup plus puissant que celui de la Dora-Riparia. D'ailleurs ces masses de sable ne sont pas stratifiées; elles ont pu, il est vrai, être remaniées par les vents, comme les monticules des environs de Cambiano, mais elles ne contien-

nent ni l'argile, ni le limon, ni les cailloux, ni les graviers qui accompagnent toujours les alluvions sableuses des torrents.

Un autre motif nous a engagés a réunir ces monticules de sables au terrain glaciaire ; nous verrons en effet, à propos du terrain glaciaire éparpillé de la colline de Turin, que les dunes des environs de Cambiano, appelées les *sabbioni*, font suite au lehm amoncelé sur le versant méridional de la colline. Ces *sabbioni*, qui occupent une surface d'environ deux kilomètres carrés, n'étant pas couverts de végétation, les vents, et particulièrement ceux d'ouest, enlèvent le sable et le poussent devant eux comme celui des dunes qui bordent le rivage de la mer.

Le terrain que nous venons de décrire contient, comme on le voit, tous les éléments d'une moraine profonde et superficielle réunies. Nous ne nous sommes donc point trompés sur son origine. Il repose sur le diluvium alpin que nous décrirons plus loin : c'est ce dont il est facile de s'assurer en pénétrant dans les conduits souterrains d'irrigation que l'on a dérivés de la Doire dans les environs d'Alpignano et de Pianezza. Ces conduits sont ouverts dans le diluvium alpin à 25 ou 30 mètres au-dessous des blocs erratiques gigantesques qui reposent sur le sol environnant. La coupe 1, pl. X, représente le profil et la superposition des deux terrains, depuis Rivoli jusqu'à Turin : du château de Rivoli jusqu'en *a* c'est la moraine frontale ; de *a* en *b*, le terrain erratique éparpillé ; de *b* en *c*, le diluvium alpin sans fossiles.

ANCIEN GLACIER DE LA VALLÉE D'AOSTE OU DE LA DORA-BALTEA.

L'étude de cet ancien glacier nous a paru d'autant plus intéressante qu'il procède à la fois du Mont-Blanc et du Mont-Rose, et forme sur le revers méridional des Alpes le pendant de l'ancien glacier du Rhône, avec lequel nous aurons soin de le comparer en terminant cet article. Sa longueur totale était de 130 kilomètres.

Au fond de la vallée d'Aoste, non loin de Courmayeur, nous retrouvons suspendus aux flancs du Mont-Blanc de nombreux glaciers, faibles restes de celui qui remplissait jadis la vallée, depuis Entrèves jusqu'à Caluso. Les principaux sont ceux du Miage, de la Brenva près de Courmayeur, de la Lez blanche et de Triolet ; d'autres, moins puissants, ne descendent pas dans la vallée. Leur nombre total est de neuf à douze, comme sur le versant opposé du Mont-Blanc.

Pendant la période de froid, tous ces glaciers débouchaient, les

uns par la Lez blanche, les autres par le val Ferret, se réunissaient à Courmayeur, et descendaient le val d'Aoste en suivant le cours de la Dora-Baltea.

Le glacier de la Brenva est un de ceux sur lesquels on a pu constater le mieux que les variations dans la température et la quantité de neige tombée d'une année à l'autre suffisent pour faire reculer ou avancer considérablement les glaciers. Ainsi, en 1818, l'extrémité du glacier était à 160 mètres plus loin qu'en 1842, et MM. Forbes, Carrel et Guicharda ont constaté que, de 1842 à 1846 seulement, il s'était avancé de nouveau de 60 mètres environ, et que sa puissance s'était accrue d'une épaisseur égale (1). Ce fait seul suffit pour montrer qu'un abaissement d'un ou deux degrés dans la température moyenne de l'année, ou de quelques degrés dans celle de l'été seulement, ou même des chutes de neige plus abondantes pendant l'hiver, suffiraient pour faire avancer les glaciers bien au delà des limites entre lesquelles ils oscillent actuellement.

Pendant le période de froid, le glacier descendait dans la vallée d'Aoste; partout il a laissé des traces de son passage : roches moutonnées, polies, striées et cannelées; moraines latérales s'élevant en général à 650 mètres au-dessus du fond de la vallée; blocs erratiques monstrueux : rien ne manque; et nous avons pu constater tous les faits signalés successivement par des observateurs compétents, tels que MM. Carrel, Gal (2), Agassiz, Guyot, Forbes et Ed. Collomb.

En amont de la cité d'Aoste, le glacier descendu des flancs du Mont-Blanc recevait de puissants affluents sur sa rive droite : ce sont ceux du Petit-Saint-Bernard et des vallées qui débouchent en face de Livrogne, d'Arvier, de Villeneuve, de Novasca, ainsi que la vallée de Cogne; mais à partir d'Aoste c'est la rive gauche qui était surtout alimentée, d'abord par le Grand-Saint-Bernard. En effet, à peine a-t-on dépassé le lac glacé qui se trouve au S. de l'hospice, que l'on trouve les roches gneissiques du Plan-de-Jupiter, couvertes de stries perpendiculaires aux feuillets de la roche, et dirigées vers le midi : ces traces suivent le voyageur jusqu'à Saint-Remi. L'affluent du Grand-Saint-Bernard devait être d'autant plus considérable qu'il recevait lui-même de puissants ren-

(1) *Voyez* J.-D. Forbes, Twelft letter on glaciers. (*Edinburgh new philosophical Journal*, t. XLII, p. 94. — 1847.)

(2) Sur les stries et les moraines des glaciers de la vallée d'Aoste. (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. II, p. 728. — 1845.)

forts de la vallée de Lomont et du val Pellina, par lesquels descendaient les glaciers des monts Velan, Combin et Collon.

En aval d'Aoste, partout où la vallée se rétrécit, près de Saint-Vincent, au mont Jovet, et au Fort du Bard, M. A. Guyot (1) a retrouvé ces stries ascendantes que les glaciers actuels burinent encore sous nos yeux à leur passage dans un couloir étroit.

Le val Tournanche débouche en face de Chatillon; il était occupé par un glacier provenant du mont Cervin. Notre ami commun, M. E. Collomb, a décrit les traces qui restent de son passage, avec cette intelligence parfaite de la matière, qu'il doit à ses études sur les glaciers actuels et les formations erratiques des Vosges; il a bien voulu nous communiquer les détails suivants : nous les reproduisons ici textuellement.

« *Le val Tournanche* est un des principaux affluents de la rive gauche de la Doire; il prend naissance au pied du mont Cervin; l'origine de cette vallée a la forme d'un grand cirque en fer à cheval, dominé par quelques unes des plus hautes sommités des Alpes : par le grand et le petit Cervin, la Dent-Blanche et la Dent-d'Erin. Le grand diamètre de cet amphithéâtre, du sommet du petit Cervin à la Dent-d'Erin, a environ 11 kilomètres en ligne droite. La vallée court du N. au S. En calculant la pente moyenne de son cours d'eau depuis les premières maisons habitées, à l'endroit nommé le Breuil, au pied du mont Cervin, jusqu'à Chatillon, au bord de la Doire, on trouve 1500 mètres environ sur une longueur de 24 kilomètres, soit 0,063.

» De ces pics élevés partent de nombreux glaciers; le plus grand de tous est celui qui descend du mont Cervin; mais ces glaciers ne s'étendent pas dans le fond de la vallée; ils sont tous à forte pente, et suspendus le long des flancs escarpés de ces différentes montagnes; ils remuent, déplacent et transportent une quantité considérable de matériaux, et ne forment cependant point de moraines frontales bien caractérisées; ils n'ont guère que des moraines latérales, parce que les fortes pentes sur lesquelles ils reposent ne permettent pas aux matériaux de se tasser et de rester en place sur le devant du glacier : ils roulent toujours vers le fond de la vallée.

» Dans les temps erratiques il n'en était pas de même : en parcourant cette vallée depuis son origine jusqu'au point où elle se réunit à la Doire, on rencontre partout des traces de la présence des anciens glaciers. Ces petits glaciers, aujourd'hui suspendus sur

(1) Note sur la topographie des Alpes pennines. (*Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, 1847.)

les flancs du mont Cervin, formaient une masse considérable qui encombrait toute la vallée, et devenait un des principaux affluents du grand glacier de la Doire. Les anciennes moraines se rencontrent immédiatement en descendant du col Saint-Théodule, après avoir quitté les glaciers actuels. A partir de la redoute des Fourneaux (3111 mètres), on marche sur une arête d'un kilomètre de longueur, formant le sommet d'un long bourrelet proéminent adossé horizontalement contre la rive gauche de la vallée, qui se prolonge jusqu'aux premiers chalets du Breuil. Sur quelques points ce bourrelet devient double ou triple; c'est un reste de la moraine latérale gauche de l'ancien glacier du revers méridional du mont Cervin. Elle est couverte de gazon, et déchirée sur quelques points; tous les matériaux en sont fort mobiles; on y trouve beaucoup de sable très fin, de cailloux arrondis, d'autres anguleux, quelques uns fortement striés, puis quelques blocs volumineux répandus çà et là sur la moraine; M. Collomb y a recueilli de beaux exemplaires de galets striés de serpentine verte.

» Tous ces débris meubles sont de même espèce minéralogique que celles du mont Cervin; on y voit une grande quantité de serpentine, du gneiss à gros cristaux de feldspath, des schistes noirs, et des quartzites de nuances variées. Au moment où il a déposé cette moraine sur ce point, l'ancien glacier avait 300 à 350 mètres d'épaisseur; mais en suivant les traces qu'il a laissées dans la partie inférieure de la vallée, on reconnaît qu'à une époque plus ancienne sa puissance a été beaucoup plus considérable. La moraine que nous avons décrite n'est qu'un échelon, qu'un temps d'arrêt dans sa marche rétrograde.

» En descendant la vallée, après avoir quitté cette moraine, on trouve pendant quelques kilomètres un espace plat et tourbeux; la tourbe repose sur un lit horizontal de cailloux roulés et de sable grossier dépourvu de gros blocs; sur la gauche, on remarque une suite de monticules isolés de 50 à 75 mètres de hauteur formés de roche en place et couverts de débris erratiques et de gros blocs jetés au milieu d'une forêt de mélèzes. Ensuite on marche parallèlement au cours d'eau pendant plusieurs kilomètres, sur une suite non interrompue de blocs et de débris qui offrent l'aspect d'un véritable chaos, puis on arrive dans une localité où la vallée subit un étranglement considérable : les montagnes se rapprochent et ne laissent qu'un étroit passage pour la rivière et le chemin; le torrent même se perd tout à fait sous une masse de rochers, et le chemin seul pénètre à travers le défilé; puis, au moment où la vallée s'élargit, au détour de la route, on arrive en face d'un escarpe-

ment vertical de serpentine, où l'on a placé un petit oratoire. On trouve ici une des plus belles roches polies et striées que j'aie jamais rencontrées dans les Alpes. Cette roche, naturellement bronzée et rubéfiée, prend par le poli glaciaire un brillant et un ton vert antique transparent fort remarquables. Les stries suivent une direction ascendante, en faisant avec le plan horizontal un angle très sensible. Cette serpentine est formée de grands feuillets écailleux; les stries n'ont aucune connexion avec les joints des feuillets. Dans les creux et dans les anfractuosités de la roche elles disparaissent; sur les parties saillantes elles sont plus prononcées. Cette surface est, du reste, tout à fait identique avec la roche de serpentine striée décrite par M. Agassiz, au contact du glacier de Gorner.

» Nous venons de voir dans cette vallée une ancienne moraine et des roches striées caractéristiques; nous allons y trouver maintenant des accumulations considérables de blocs erratiques de grande dimension. Le plus grand nombre de ces blocs n'est point rassemblé dans la partie haute de la vallée : c'est à quelques kilomètres en amont de Chatillon, au point où le val Tournanche se réunit à la vallée de la Doire, qu'on en trouve des groupes considérables. Le chemin de la rive droite traverse une forêt séculaire de châtaigniers; des blocs monstres y jonchent la terre; on en remarque sur le bord de la route qui mesurent plusieurs centaines de mètres cubes; il sont tous de roche pyrogène étrangère au sol qui les supporte; et presque tous à angles vifs. Par leur position dans cette forêt, sur le flanc d'une montagne fort inclinée et fort accidentée, ces blocs ont le plus grand rapport avec ceux qui existent à Monthey, en Valais, sur la rive gauche du Rhône, et que M. de Charpentier a si bien décrits. Autant que j'ai pu en juger, ces blocs m'ont paru avoir deux origines différentes : ceux de protogine ont été apportés sur ce point par la rive gauche du grand glacier de la Doire; ils proviennent, soit du Mont-Blanc, soit de l'un des grands affluents de cette rive; ceux de serpentine sont descendus du val Tournanche même, du mont Cervin et des pics avoisinants : les premiers sont venus de l'ouest, les seconds du nord, pour se réunir ici.

» C'est, du reste, un phénomène assez ordinaire de rencontrer dans le terrain erratique des Alpes les plus grandes accumulations de blocs aux environs des points de jonction d'une vallée latérale avec une vallée principale; il en est ainsi dans la plupart des affluents du Rhône, en Valais. Dans l'hypothèse glaciaire ce fait s'explique aisément : en effet un glacier occupant une grande vallée, qu'il remplit jusqu'à la hauteur de 4 ou 500 mètres,

barre le passage aux matériaux que lui apportent ses affluents, surtout à ceux qui, comme le val Tournanche, lui arrivent sous un angle droit (1). Le grand glacier étant beaucoup plus puissant que son tributaire, il se forme à leur jonction des anses latérales, des évasements qui changent le mouvement normal et régulier du grand glacier; les débris qu'il charrie sur son dos, et particulièrement sur ses côtés, quittent peu à peu le glacier; ils se précipitent dans les anses latérales, et vont se réunir aux matériaux apportés par l'affluent. C'est pour ce motif que les points de réunion de deux vallées placées dans ces conditions sont ordinairement encombrés de blocs erratiques arrivant de deux directions différentes.

» Ainsi, dans cette vallée, d'après ce que nous venons de voir, on peut faire une étude comparative des anciens glaciers et de ceux qui sont en activité aujourd'hui. En descendant du col Saint-Théodule on marche pendant une heure sur un glacier, on en côtoie plusieurs autres, on voit leurs moraines, leurs blocs et leurs galets striés en voie de formation et en mouvement; puis on quitte les glaces et les névés, et en pénétrant dans la région basse on retrouve les mêmes phénomènes, les mêmes accidents, avec la seule différence que là où l'activité et le mouvement glaciaire n'existent plus, les mêmes résultats se présentent sur une échelle comparativement gigantesque; ils se sont produits sous l'empire de forces naturelles, qui étaient semblables à celles qui agissent aujourd'hui, mais infiniment plus énergiques. »

Après le val Tournanche, la rive gauche du glacier de la vallée d'Aoste recevait encore de puissants affluents, qui descendaient du massif même du Mont-Rose, par les vallées de Chalant et de Gressoney, puis il débouchait dans la plaine du Pô, où il s'épanouissait en couvrant un espace circulaire d'environ 327 kilomètres carrés de surface.

Avant de décrire les traces qu'il a laissées de son séjour, donnons une idée de la topographie du pays. La vallée d'Aoste s'ouvre par une passe fort étroite entre Quassolo et Nomaglio (*voyez* la carte, pl. X). Son axe est dirigé vers le S.-E. En aval de deux points dont nous venons de parler, les grandes montagnes s'arrêtent brusquement. Un petit groupe de mamelons dioritiques portant la ville

(1) Agassiz, *Nouvelles études sur les glaciers*, atlas, pl. II. On voit que les petits glaciers affluents du Thierberg, du Grünberg et du Silberberg confondent leurs moraines avec celles de la rive droite du grand glacier de l'Aar.

d'Ivrée s'étend d'Andrate à Pavone, et barre seul l'entrée de la vallée. A part ce faible rempart, rien ne s'opposait à l'épanouissement du glacier dans la plaine du Pô.

Roches moutonnées, polies et striées.

Le glacier, ayant nécessairement passé par-dessus les mamelons dont nous avons parlé, les a couverts de stries. Quoique la roche dont ils sont composés soit tellement altérable qu'on peut, dans certains endroits, l'entamer avec la pioche, cependant on rencontre ces stries conservées sur les points situés à l'abri des agents atmosphériques, dans la ville même d'Ivrée, aux environs de Chiaverano, et le long de la route qui mène à Andrate : ces surfaces polies et striées se retrouvent jusqu'à une hauteur de 600 mètres au-dessus du Thalweg; la direction des stries est celle de la vallée et de la rivière. Au pont des Prêtres, qui traverse la Chiusella, près de Strambinello, on voit une surface couverte de stries parallèles au cours du torrent, et qui font un angle aigu avec celles des environs d'Ivrée. Ces stries ont été burinées évidemment par un petit glacier qui descendait par l'étroite vallée de la Chiusella, et se réunissait au glacier d'Aoste près de Strambinello, où il a déposé des blocs d'euphotide à grandes plaques de diallage provenant du haut de la vallée.

Aspect général des moraines terminales de l'ancien glacier de la vallée d'Aoste.

Si l'on monte sur l'un des mamelons dioritiques qui entourent Ivrée, on se trouve entouré d'un cercle de collines qui masque la vue de la plaine piémontaise; c'est à peine si l'œil découvre quelques points du Mont-Ferrat et la pointe de Superga : ces collines sont les moraines terminales du glacier de la vallée d'Aoste (1). En se tournant vers le S., on voit s'élever sur la gauche un immense rempart (*voyez* pl. X, fig. 2) s'appuyant contre le dernier contrefort des Alpes, et dont l'arête forme une ligne droite qui se projette sur le fond du ciel, et s'abaisse à mesure qu'elle s'avance dans la plaine : c'est la moraine latérale gauche du glacier appelée

(1) C'est à dessein que nous avons donné, pl. X, le calque de la carte si exacte des ingénieurs sardes. Faite en dehors de toute préoccupation géologique, la topographie des environs d'Ivrée reproduit exactement cette forme circulaire qui caractérise les moraines des glaciers actuels.

la *Serra* (1). A droite, une colline semblable, mais moins élevée (pl. X, fig. 6), part de Brosso et s'arrête à Strambinello, où elle est coupée par le torrent de la Chiusella : elle se projette sur les Alpes, et ne se détache pas, comme la *Serra*, sur le fond du ciel, aussi n'a-t-elle pas été remarquée : c'est la moraine latérale droite du glacier; nous l'appellerons la *colline de Brosso*. Enfin, dans le S., le voyageur aperçoit une série de monticules disposés en demi-cercle faisant suite à la Serra et à la colline de Brosso : c'est la moraine frontale du glacier qui forme un arc étendu du torrent de la Chiusella, près le pont de Strambinello, au petit lac de Viverone. Entrons dans quelques détails sur ces différentes moraines.

1° *La moraine terminale latérale gauche, ou Serra.* — Depuis longtemps cette colline avait frappé les géologues par la régularité de sa forme, remarquable surtout quand on la contemple des environs d'Ivrée. MM. Studer (2) et Guyot (3) sont les premiers qui l'aient considérée comme une moraine. D'Andrate elle s'étend dans la direction du S.-E.; près de Zimone elle se bifurque : une branche se dévie vers Salluzzola, où elle se termine à l'Elvo; l'autre, plus courte, s'arrête à Notre-Dame d'Ansasco, où elle se confond avec la moraine frontale qui entoure le lac de Viverone. Sa plus grande hauteur à Andrate, où elle s'adosse aux Alpes, est de 650 mètres environ au-dessus du niveau de la Doire; dans ce point, la crête de la Serra est aiguë et tranchante, surtout à sa jonction avec la Colma (pl. X, fig. 2), qui forme le dernier contrefort des Alpes. Ses pentes sont roides, surtout en dedans, comme dans toutes les moraines. Une coupe dirigée du N.-E. au S.-O., et passant par les mamelons dioritiques des environs de Borgo-Franco, Andrate et la crête de la moraine (*voyez* pl. X, fig. 4), met sous les yeux du lecteur la forme caractéristique que nous venons de signaler. La Serra ne conserve pas cette forme dans toute sa longueur; à quelques centaines de mètres au-dessous d'Andrate sa crête se bifurque; elle se compose alors de deux collines courant parallèlement l'une à l'autre, et séparées par une vallée rectiligne très longue et très étroite. La figure 5 de la planche X présente une coupe transversale du point dont nous venons de parler. A mesure qu'on s'éloigne d'Andrate, le nombre des collines parallèles aug-

(1) De *serrare*, fermer; d'ou *serra*, écluse, rempart.

(2) *Lehrbuch der physikalischen Geographie*, t. I, p. 237. — 1844.

(3) Note sur la topographie des Alpes pennines. (*Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, janvier 1847.)

mente, et entre Bolengo et Zubiena on compte cinq à six rangées (*voy.* pl. X, fig. 3); au delà se trouve la région appelée la *Bessa*, qui appartient au diluvium alpin, recouvert de terrain glaciaire éparpillé. Ce même diluvium forme, pour ainsi dire, le piédestal sur lequel s'élève la Serra. Le versant méridional de cette singulière colline est planté de vignes et d'arbres fruitiers; l'arête et les pentes opposées sont couvertes de châtaigniers. De vastes bruyères déguisent seules la nudité des parties complétement stériles.

Une petite colline fort régulière et rectiligne joint Chiaverano, Burolo et Bolengo (*voyez* pl. X, la carte et les fig. 2 et 3); on l'appelle dans le pays la *petite Serra*. Cette petite colline paraît correspondre à celles des environs de Romano; elle indique un point d'arrêt dans la période de retrait du glacier.

En amont de Borgo-Franco, on observe une accumulation de blocs anguleux, épaisse de 20 à 30 mètres, qui s'élève, entre Nomaglio et Andrate, jusqu'à la hauteur de 200 à 300 mètres, le long des flancs de la montagne. Ces blocs sont formés d'un micaschiste à grandes lames de mica, et mêlés de sable, d'argile durcie (boue de glacier), et de fragments de toute grandeur. Le châtaignier, cet arbre caractéristique des anciennes moraines sur le revers méridional des Alpes, enfonce ses racines dans leurs interstices. Mais les habitants de Borgo-Franco ont encore utilisé ces accumulations d'une autre manière. L'air emprisonné entre ces blocs étant en été à une température plus basse que l'air extérieur, un vent froid s'échappe sans cesse de la base de ces amas. Aux endroits où ce courant d'air est le plus sensible, les propriétaires du pays ont construit des caves appelées *Balmette*, dans lesquelles ils conservent leurs vins (1). Un de nous s'est assuré, le 12 juillet 1849, que la température de l'air libre étant de 28° centigrades, celle de la cave ne dépassait pas 7°,5.

Quoique le massif contre lequel ces blocs sont adossés soit un micaschiste de même apparence, il serait difficile de voir un éboulement dans cet entassement prodigieux de blocs entremêlés de lehm, et l'on ne saurait conjecturer quelles sont les montagnes qui auraient pu fournir les matériaux d'un pareil éboulement. Il nous paraît plus naturel de considérer ce groupe comme faisant partie de la moraine latérale gauche du glacier, d'autant plus que les

(1) *Voyez* sur ce sujet un Mémoire de M. F. Keller intitulé : *Bemerkungen uber die Wetterloecher und natürlichen Eisgrotten in den Schweizer Alpen.* — 1839.

blocs erratiques de la Serra sont composés en grande partie du même micaschiste.

Balmettes de Borgo-Franco.

Le docteur Ruffino, médecin à Borgo-Franco, qui a bien voulu être notre guide dans ce pays, nous a fait observer que de l'autre côté de la Doire, près de Quassolo, on trouve une traînée de blocs correspondante à celle de Borgo-Franco. Il est bon de remarquer que ces deux moraines correspondent à un rétrécissement de la vallée, circonstance qui, sur les glaciers actuels, favorise toujours ce genre d'accumulation.

Moraine terminale latérale droite ou colline de Brosso. — Ce village est situé en face et à la même hauteur que celui d'Andrate. Comme lui, il est placé sur la moraine, près du point où elle s'appuie contre le dernier contrefort des Alpes (*voyez* pl. X, fig. 6). C'est le pendant de la Serra, dont cette colline reproduit la forme. Son bord supérieur est une longue ligne oblique qui descend en s'abaissant uniformément jusqu'à Strambinello. Le torrent de la Chiusella la sépare de la moraine frontale. Cette séparation devait exister originairement, car ce point est le seul où un cours d'eau pénètre dans l'enceinte des collines morainiques qui entourent Ivrée. En effet, la vallée de la Chiusella était occupée par un petit glacier qui s'engageant comme un coin dans celui d'Aoste, a ainsi préparé la voie au torrent qui lui a succédé. La Viona, au contraire, sortant d'un ravin, arrive perpendiculairement sur la Serra, dont elle affouille constamment la base sans avoir pu jusqu'ici la couper. Nous ne dirons rien de plus de la colline de Brosso, car elle n'est à peu de chose près que la répétition de la Serra.

Moraine frontale. — Elle forme un arc très convexe, dont la Chiusella et le lac de Viverone sont les extrémités (*voyez* la carte, pl. X). C'est un système de mamelons et de collines allongées à pente plus forte en dehors qu'en dedans, contrairement à ce que nous avons remarqué dans les moraines latérales. Les points culminants sont : la Madonna d'Aglié, 330 mètres au-dessus de la Doire ; le château de Montalenghe, celui de Orio, la tour de Candia, et Mazzé (159 mètres). (1)

Comme dans la moraine de Rivoli, ces barrages ont amené la formation de lacs et d'étangs, parmi lesquels on distingue ceux de Viverone, de Candia, de Bertignano, de Moncrivello, et les tourbières de San-Giovanni et d'Alice, qui ne sont que des étangs desséchés, dans lesquels on trouve des troncs d'arbres souvent parfaitement conservés. Il existe même une ancienne tradition consignée dans les *Annales du XIVe siècle*, suivant laquelle toute la contrée circonscrite par les moraines du glacier de la vallée d'Aoste aurait formé un vaste lac (2). Comme les moraines de Rivoli, celles-ci reposent sur le diluvium alpin, superposé lui-même aux sables pliocènes marins de la vallée du Pô.

Nous avons déjà fait connaître l'origine et les affluents du grand glacier de la vallée d'Aoste. Évidemment ceux de la rive gauche, provenant du Grand-Saint-Bernard, du mont Cervin et du mont Rose, étaient beaucoup plus puissants et chargés d'un plus grand nombre de débris que ceux de la rive droite. Ainsi, en débouchant de la vallée d'Aoste, le glacier devait porter de nombreuses mo-

---

(1) Nous devons la communication de ces mesures et de plusieurs autres à l'obligeance du général Muletti, chef de l'état-major de l'armée sarde.

(2) Voici la citation que Jacopo Durando fait de ces Annales dans son histoire de Verceil : « Azarius, dans son livre *De bello Canepiciano*, écrit, en 1363 (Rer. Ital. script., tom. XVI), dit : *Fuit autem uno tempore ab Hipporegia* (Ivrée) *civitate inferius, tota vallis illa in montibus interclusa, lacu magno universam illam planitiem comprehendente, occupata. Quæ Duria, lacu mixta, exibat subtus Mazadum* (Mazzé) *et procedens Rondizonum ubi die hodierna vadum arenosum habet et non supra, durante Canepicio.... et ista die hodiernâ manifesta apparent, quum in comitatu Maxini sint parietes ipsius porti lacûs, constituti lapidibus et calce et annuli ferrei in ipsa pariete muri, firmati sint. Et etiam similes parietes sunt supra ripam locorum Viveroni et Piveroni districtûs Vercellarum a parte meridiei et cum annulis ferreis in quibus naves dicti lacus, homines et alia transeuntes ligabant.* »

raines sur la moitié qui correspond aux affluents du mont Rose. La réunion de ces moraines constitue la Serra, et tout le système de collines qui environne le lac de Viverone. Quelques unes d'entre elles occupaient le milieu de la surface du glacier : tel est le groupe compris entre Azeglio et Albiano, ainsi que celui qui s'étend de Tina à Borgo-Masino. Le glacier de la vallée d'Aoste avait donc des moraines médianes, comme le prouve, du reste, la continuité de sa moraine frontale ; mais la puissance de la moraine latérale gauche l'emportait sur celle de la latérale droite, car la colline de Brosso n'a ni la largeur, ni la longueur, ni la hauteur de la Serra. C'est ainsi que la moitié droite de la mer de glace de Chamonix est chargée des débris qui lui sont amenés successivement par les glaciers du Géant, du Tacul, de Lechaud et de Talèfre, tandis que la rive gauche n'en présente qu'une seule qui longe les rochers encaissants.

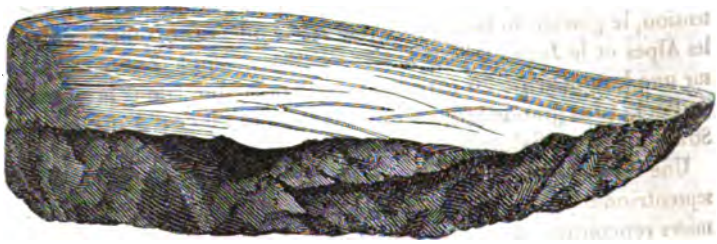
Terrain glaciaire éparpillé, ou moraine profonde et superficielle réunies.

Ce terrain forme une zone étroite tout autour de la moraine terminale, et s'étend en particulier sur toute la région connue sous le nom de la Bessa, où le glacier a déposé de nombreux blocs erratiques ; mais comme cette région a été remaniée par les travaux entrepris jadis pour la recherche de l'or, les blocs les plus volumineux sont les seuls qui n'aient pas complétement disparu sous les remblais de cailloux extraits des galeries d'exploitation. On voit au ravin du torrent de Boriana, qui descend de la tourbière de San-Giovanni, que le terrain glaciaire éparpillé supporte la moraine superficielle, et se confond lui-même avec le diluvium alpin qui repose inférieurement sur le pliocène marin. Cette zone est cependant moins étendue qu'autour des moraines du glacier de la vallée de Suse.

Nous avons déjà parlé du massif dioritique sur lequel est bâtie la ville d'Ivrée. Les mamelons qui le composent sont séparés par de petits lacs et de petites flaques d'eau pluviale souvent desséchées pendant l'été. Une coupe traversant un de ces petits bassins, sur le trajet de la route d'Ivrée à Aoste, a permis de reconnaître que leur lit se compose d'un sable argileux durci, ordinairement en masse, ou irrégulièrement divisé par des couches horizontales ou inclinées. Ce sable est entremêlé de fragments de roches *différentes* de celles qui entourent le petit bassin, et la puissance de ce terrain meuble est trop grande pour qu'on puisse admettre qu'il

été entraîné par les eaux pluviales. C'est évidemment de la boue et du sable de glacier mêlés de cailloux erratiques, et accumulés dans ces dépressions par les ruisseaux qui coulaient sous la glace. Les glaciers actuels présentent ce phénomène en petit aux géologues assez curieux pour pénétrer dans leurs profondeurs.

Blocs erratiques. — On les trouve semés en nombre immense sur les moraines et dans les dépressions intermédiaires qui les séparent; mais leur volume est moins considérable que celui des blocs de la moraine de Rivoli. Ceux-ci, formés de roches serpentineuses et amphiboliques, se sont détachés en masses plus considérables que les micaschistes de la vallée d'Aoste. Les plus volumineux se trouvent sur la Serra et la colline de Brosso. Ils sont souvent placés dans des positions d'équilibre instable, suspendus sur des pentes roides, élevés sur des piédestaux naturels, et placés dans des positions telles qu'elles excluent toute idée d'un transport violent par les eaux, qui les eussent précipités dans le fond de la vallée. Un grand nombre d'entre eux ont été exploités, car la civilisation est fort ancienne dans ce pays; les Romains y formèrent des établissements considérables, et Ivrée (*Hipporegia*) était à cette époque une ville importante : l'on a même trouvé des antiquités romaines à Aglié, et jusque sur la côte de la Serra.



Caillou rayé serpentineux de la moraine d'Ivrée, trouvé près de Candia.

Cailloux rayés. — Assez rares sur les moraines latérales, surtout à leur sommet, ils sont communs sur la moraine frontale : les hauteurs de Cuceglio, Montalenghe, Orio, Barone, Candia, en sont littéralement couvertes. Nous en mettons plusieurs sous les yeux de la Société : ce sont des cailloux serpentineux descendus des parties supérieures de la vallée d'Aoste. On en rencontre qui méritent même le nom de blocs striés : tel est celui qui se trouve près du moulin de Boriana, aux environs de la tourbière de San-Giovanni; il présente plusieurs mètres carrés de surface polie et rayée. Le

bois précédent représente un de ces cailloux qui nous a paru remarquable par ses raies entrecroisées, ses angles, les uns aigus, les autres arrondis par le frottement, et ses surfaces dont l'une est lisse et l'autre raboteuse.

Parallèle entre l'ancien glacier de la vallée d'Aoste et l'ancien glacier du Rhône.

Le glacier de la vallée d'Aoste était le plus grand de tous ceux qui débouchaient dans la plaine du Pô ; il forme le pendant du glacier du Rhône, le plus puissant de ceux qui s'étendaient entre les Alpes et le Jura. Tous deux procèdent à la fois du Mont-Blanc et du Mont-Rose ; mais le premier, celui de la vallée d'Aoste, provient du Mont-Blanc et reçoit les affluents du Mont-Rose, du mont Cervin et des montagnes de Cogne ; le second descend du Mont-Rose, et reçoit les affluents du Saint-Gothard, du mont Cervin, du Mont-Blanc et des Alpes bernoises. Un simple coup d'œil jeté sur une carte montre que le glacier du Rhône, issu des quatre massifs les plus élevés des Alpes, le Mont-Rose, le Saint-Gothard, les Alpes bernoises et le Mont-Blanc, devait être plus étendu et plus puissant que celui de la vallée d'Aoste. L'observation vérifie cette induction. Dans la plaine suisse, à l'époque de sa plus grande extension, le glacier du Rhône couvrait tout l'intervalle compris entre les Alpes et le Jura, depuis le fort l'Écluse jusqu'à Zofingen (1), sur une longueur de 20 myriamètres, tandis que, dans la plaine du Pô, la plus grande largeur du glacier de la vallée d'Aoste, entre Strambinello et Saluzzola, n'excède pas 27 kilomètres.

Une autre différence distingue les anciens glaciers du revers septentrional de ceux du revers méridional des Alpes. Les premiers rencontraient à l'issue des vallées d'autres glaciers considérables qui gênaient leur expansion. Au mont de Sion, entre Genève et Annecy, le glacier du Rhône venait, pour ainsi dire, se heurter contre celui de l'Isère et de l'Arve (2) ; à son autre extrémité il recevait ceux de l'Aar et de la Reuss. Tous ces glaciers monstrueux

(1) *Voyez* A. Guyot, Note sur la distribution des espèces de roches dans le bassin erratique du Rhône (*Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, 1845).

(2) *Voyez*, à ce sujet, le mémoire déjà cité de M. Guyot, et l'article intitulé : De l'ancienne extension des glaciers de Chamonix, depuis les Alpes jusqu'au Jura, publié par l'un de nous dans la *Revue des Deux-Mondes*, mars 1847, et dans Charpentier, *Essai sur les glaciers*, la carte du glacier du Rhône.

pressés entre les Alpes et le Jura se comprimaient, se déformaient mutuellement, et ne rappelaient plus la forme des glaciers actuels qui descendent dans les vallées habitées. Le bassin suisse était comparable, sous ce point de vue, aux grands réservoirs de glaciers, tels que la partie supérieure de la mer de glace de Chamonix vue du Couvercle, ou des glaciers du Mont-Rose que l'œil embrasse des sommets du Riffel. — En Piémont rien de semblable. Les glaciers, et en particulier celui de la vallée d'Aoste, s'étendaient librement dans la plaine sans se gêner mutuellement : aussi leurs moraines terminales ont-elles la forme circulaire de celles des glaciers actuels, tels que celui du Rhône, des Bossons, des Bois, de la Brenva, etc. Il résulte de toutes ces circonstances que l'étude du terrain glaciaire est infiniment plus facile dans la plaine du Pô que dans le bassin suisse. Les géologues ont commencé par la région la plus compliquée, et il a fallu toute la sagacité et la persévérance de MM. de Charpentier et Guyot pour distinguer ces mers de glace, au moyen des roches erratiques de nature diverse qu'elles avaient laissées sur le sol. En Piémont, un semblable travail offrait beaucoup moins de difficultés, puisque les moraines terminales de chaque glacier sont séparées comme celles des glaciers qui descendent dans la vallée de Chamonix, et que ces moraines ont conservé cette forme si caractéristique de digues concentriques semi-circulaires qui les distingue de toutes les autres accumulations des terrains de transport.

Nous ne pousserons pas plus loin ce parallèle; il nous suffit d'avoir montré que le glacier du val d'Aoste est réellement le pendant de celui de la vallée du Rhône.

Remarques sur l'origine aqueuse ou glaciaire du terrain de transport des environs d'Ivrée.

Après les détails que nous avons donnés, peu de géologues (nous l'espérons du moins) conserveront des doutes sur l'origine des dépôts et des collines des environs d'Ivrée. Cependant si l'hypothèse de grands courants diluviens, par lesquels on cherchait à expliquer jadis ces formations, avait encore quelques partisans, nous les prions de vouloir bien arrêter quelques instants leur attention sur les difficultés que nous allons leur soumettre.

Qu'ils se transportent en imagination ou en souvenir à Ivrée. Un cercle de collines les entoure; ces collines ont la disposition et la forme des moraines actuelles; elles se composent, comme elles, de sable, de boue, de fragments de toute sorte mêlés

confusément : elles supportent de gigantesques blocs erratiques à *angles aigus* et à *arêtes tranchantes*, et sont couvertes de cailloux *rayés*. Les roches encaissantes présentent des surfaces moutonnées *polies* et *striées* jusqu'à 600 mètres de hauteur. En remontant la vallée jusqu'au glacier de la Brenva, au pied du Mont-Blanc, le géologue retrouve autour de ce glacier les moraines circulaires, les cailloux *rayés*, les roches *polies* et *striées*, ainsi que les blocs *erratiques*; en un mot, l'ensemble des phénomènes qu'il a observés au débouché de la vallée. Tout est identique, sauf la dimension des moraines.

Au lieu de conclure qu'un ancien glacier disparu a laissé autour d'Ivrée les traces que nous retrouvons autour de tous les glaciers actuels, quelques auteurs expliquent encore ces phénomènes par l'action d'un *torrent boueux doué d'une grande vitesse*.

Il est facile de montrer que ce torrent idéal aurait eu le pouvoir de faire ce que ne font jamais les torrents boueux actuels, et de ne rien faire de ce qu'ils font journellement. En effet :

1° Un torrent ne s'arrête pas au milieu d'une plaine où rien ne s'oppose à sa marche, pour se construire à lui-même une digue circulaire de 300 à 600 mètres de haut.

2° Un torrent, loin de *rayer* les cailloux qu'il roule avec lui, *efface* les raies de ceux qui en ont.

3° Un torrent ne burine jamais de stries rectilignes parallèles entre elles, horizontales quand la vallée est large, ascendantes lorsqu'elle se rétrécit.

4° Enfin, un torrent, quelque boueux qu'on le suppose, ne transportera pas à la distance de 50 et même 80 kilomètres des blocs de roches cristallines ayant parfois 15 mètres de long, sans émousser leurs angles ni arrondir leurs arêtes. Les plus élevés de ces blocs étant déposés quelquefois à 500 ou 600 mètres au-dessus du fond de la vallée, il faut supposer que ces blocs ont *nagé* à la surface de ce torrent pendant 50 à 80 kilomètres, hypothèse contraire aux lois physiques et mathématiques de la pesanteur spécifique des corps solides. D'ailleurs comment admettre que de pareils torrents boueux, coulant pendant le temps nécessaire pour charrier ces milliers de blocs, n'aient pas comblé les vallées qu'ils remplissaient.

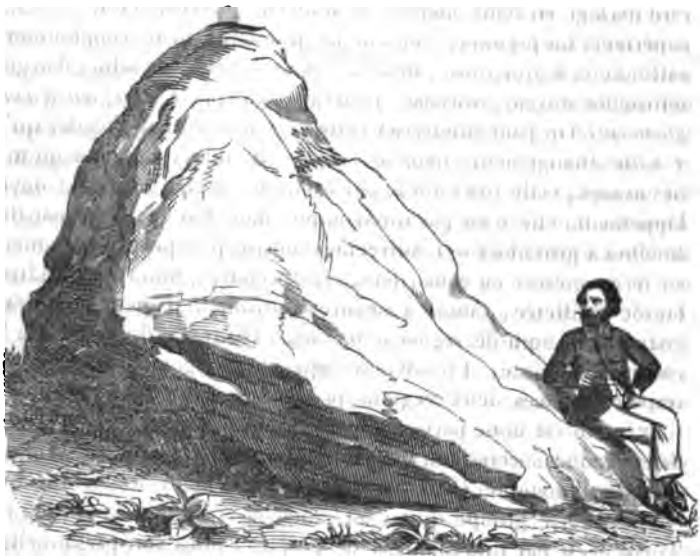
Nous venons de voir ce qu'un torrent ne peut pas faire, examinons ce que font les torrents actuels, les plus puissants, les plus impétueux ; ce qu'ont fait les débâcles de la vallée de Bagnes, de l'Oetzthal, de la Dent du Midi, et même les torrents diluviens que l'on invoque.

Cavoretto à Tonengo. Un grand nombre de ravins, parcourus par de petits torrents, sillonnent son versant méridional. Le versant septentrional, tourné vers les Alpes, est plus abrupt et moins fréquemment découpé par des vallées perpendiculaires à la ligne de faîte.

La colline de Turin est composée presque en totalité de couches miocènes appartenant à deux époques différentes; elles se distinguent autant par leur inclinaison que par des caractères minéralogiques et paléontologiques. Près de la ligne de soulèvement (*voyez* pl. X, coupe 1 en *d*), les couches du miocène inférieur sont presque verticales; mais en s'éloignant de cette ligne leur inclinaison diminue de plus en plus, et à la base orientale de la colline, entre Chieri et Andezeno, là où l'assise du miocène supérieur sert de base au pliocène, le plongement des couches est très faible.

Généralement parlant, le miocène de la colline de Turin peut être partagé en deux étages : le miocène inférieur et le miocène supérieur. Le premier, composé en grande partie de conglomérats caillouteux à gros blocs, de couches de gravier, de sable, d'argile schisteuse durcie, micacée, pourrait être appelé la *région à conglomérats*. On peut subdiviser cette région en autant d'assises qu'il y a de changements dans le volume des matériaux. Lorsqu'une des assises, celle des sables, par exemple, prend un grand développement, elle n'est pas interrompue dans son épaisseur par des couches à gros blocs.—L'autre étage consiste presque exclusivement en terre micacée ou calcarifère, grise, cendrée, noirâtre, bleuâtre, tantôt feuilletée, tantôt à cassure compacte : il peut être désigné sous le nom de *région à mollasse*. Outre la différence de la roche composante, et les divers degrés de plongement des couches respectives, ces deux régions présentent des faunes assez distinctes : il est donc parfaitement logique de les considérer comme deux époques successives, mais rapprochées et continues de la chronologie géologique. Cette division en deux étages des terrains qui composent le groupe qu'on est convenu d'appeler la colline de Turin n'est pas une manière de voir qui nous soit personnelle, nous la partageons avec les savants paléontologistes piémontais, Eugène Sismonda et Louis Bellardi. C'est à la base et vers la partie moyenne de l'assise inférieure que les conglomérats prennent un grand développement; c'est là qu'on rencontre aussi le plus souvent de véritables blocs enclavés et empâtés dans les couches. Le miocène supérieur se montre aux environs de Chieri, d'Andezeno, de Castel-Nuovo d'Asti, etc., et forme une zone qui s'étend au pied du versant méridional de la colline.

Blocs erratiques de la colline de Turin. — Toute la colline de Turin, le revers tourné vers les Alpes, aussi bien que le revers opposé; tous les points culminants, tels que Superga, la Tour du Pin, aujourd'hui télégraphe, l'Ermitage (*eremo*) et la Madeleine, ainsi que le pourtour de la base, sont parsemés de blocs erratiques. Ce sont des diorites, amphibolites, serpentines et micaschistes, roches appartenant toutes à la partie des Alpes qui regarde la colline. Ces blocs sont *anguleux* à *arêtes tranchantes*, quelquefois arrondis, surtout quand ils ont roulé dans le lit des ruisseaux; ceux de serpentine sont souvent pyramidaux; les micaschistes affectent la forme tabulaire. Ils sont généralement enfoncés en partie dans des masses très épaisses d'argile, de sable et de cailloux. Celui dont nous donnons ici le dessin se voit au-dessus du torrent le Tepice, qui descend des hauteurs de Superga : il a 16 mètres de circonférence à la base sur plus de 2 mètres de hauteur.



Bloc erratique serpentineux dans le vallon du Tepice, colline de Turin.

Sur la route de Superga à Cordova on rencontre un énorme bloc tabulaire de micaschiste. Un autre très semblable gît sur le sommet d'une colline, sur le territoire de Baldissero, dans une localité appelée *Haute-Pierre*. Dix ou douze de ces blocs se trouvent à Moncalieri même, où ils ont été en partie détruits par la

mine, pour tracer les alignements des rues : on voit encore leurs têtes pointer le long des murs de celle qui avoisine la cathédrale.

Un examen superficiel des blocs erratiques dont la colline est parsemée laisserait dans l'esprit quelques doutes que nous devons prévenir. En effet, en observant les couches miocènes inférieures, on voit que ces couches elles-mêmes contiennent des blocs de très grandes dimensions, les uns serpentineux, les autres calcaires. Les couches dont ils font partie sont elles-mêmes des conglomérats de cailloux de roches très variées, telles que calcaire, serpentine, diorite, amphibolite, granite, syénite, porphyre, argilolite, jaspe, etc. La question est donc celle-ci : Les blocs erratiques qui sont à la surface du sol, et ceux des sommets en particulier, appartiennent-ils aux couches miocènes, ou ont-ils été déposés par un glacier? Cette dernière opinion nous paraît la plus vraisemblable. Voici nos raisons :

1° Les conglomérats marins contenant des gros blocs ne se trouvent qu'à la base du miocène inférieur; pour les apercevoir il faut pénétrer dans les ravins, et s'approcher ainsi de la ligne anticlinale. Au contraire, un grand nombre de blocs, que nous considérons comme apportés par le glacier, sont sur des points culminants ou éparpillés dans des localités où les couches sous-jacentes consistent en sables ou argiles schisteuses, dans l'intérieur desquelles on ne trouverait pas même un caillou de la grosseur d'un œuf. Ainsi les blocs erratiques qu'on voit dans l'intérieur de la ville de Moncalieri; ceux qui couvrent le sommet de la Madeleine, ou qu'on rencontre au lieu appelé la Trinciera dans la vallée du Tepice, se trouvent sur un sol uniquement composé de sables, de marne ou d'argile. Dans ces régions, les blocs erratiques sont aussi communs que dans le vallon de Rio-Dora, où les conglomérats marins contenant des blocs sont très développés.

2° Les blocs appartenant aux couches miocènes sont constamment arrondis, polis, tandis que les blocs superficiels sont presque toujours à angles aigus et à arêtes vives.

3° Les plus gros blocs des conglomérats sont *calcaires*, tandis qu'aucun de ceux que nous considérons comme erratiques n'appartient à cette classe de roche.

4° Si l'on voulait soutenir que les blocs glaciaires sont des témoins qui ont survécu à la destruction des couches marines auxquelles ils appartenaient, nous ferions observer d'abord que cette explication ne saurait s'appliquer à ceux qui se trouvent sur les régions sableuses et marneuses. En outre, si cette hypothèse était vraie, la grande majorité des blocs superficiels devrait être calcaire;

car, dans les couches à conglomérats, ces blocs sont les plus gros et les plus nombreux (1). Vainement on objecterait que les blocs calcaires superficiels ont été détruits par l'exploitation ; car sur cinq il y en a au moins deux composés d'un calcaire siliceux qui les rend impropres à la fabrication de la chaux. Ainsi en parcourant les vallons de Sassi et de Rio-Dora, où les fours à chaux sont très nombreux, on rencontre souvent des blocs de calcaire siliceux ayant plusieurs mètres de diamètre et provenant des conglomérats marins. Toutes ces raisons nous portent à considérer comme d'origine glaciaire les blocs anguleux superficiels de la colline de Turin.

Cailloux erratiques de la colline de Turin. — Les blocs dont nous venons de parler reposent toujours sur une masse, quelquefois très épaisse, de cailloux plus ou moins arrondis. A Superga et à la Madeleine, deux des points culminants de la colline, ces accumulations acquièrent une puissance énorme. Ces cailloux sont ordinairement empâtés dans une argile ocreuse passant au lehm, dont nous parlerons tout à l'heure. La nature minéralogique de ces matériaux est analogue à celle des moraines situées au pied des Alpes : ce sont des serpentines, des euphotides, des diorites, des micaschistes et des gneiss. Jamais, dans ces amas, on ne rencontre les cailloux de porphyre, de syénite, de jaspe, de calcaire, etc., qui accompagnent *toujours* les gros blocs appartenant aux couches miocènes inférieures. Parmi ces cailloux on en trouve quelques uns qui présentent des traces de stries ; mais nous devons dire que ces cailloux sont rares.

Lehm. — Partout, sur la colline, à la base, sur les pentes et sur les sommets, et particulièrement sur les versants E. et S., on observe des lambeaux d'une argile jaunâtre ou rougeâtre à teintes très vives. Ces dépôts d'argile acquièrent quelquefois une grande épaisseur : ainsi, en montant de Cavoretto à la Madeleine, le chemin est flanqué des deux côtés de masses de lehm ayant jusqu'à 10 mètres de hauteur. Au Pino, la grande route de Turin à Chieri

(1) Ces blocs sont quelquefois tellement volumineux, qu'il en est, dans la vallée de Rio-Dora, qui ont fourni jusqu'à 18 ou 20 fournées de chaux, et dont le poids variait entre 200,000 et 220,000 kilogrammes. Un d'entre eux a même déjà donné, au dire des ouvriers, plus de 100 fournées, et il est loin d'être entièrement détruit. Les blocs et les cailloux calcaires du miocène inférieur sont la seule pierre à chaux des environs de Turin ; ils donnent l'excellente chaux hydraulique, connue sous le nom de *chaux de Superga*. Le calcaire nummulitique en couches de Gassino donne de la chaux grasse.

traverse un autre lambeau d'une très grande étendue, et d'une épaisseur de plusieurs mètres. Entre Cambiano et Andezeno, à la base méridionale de la colline, ces accumulations de lehm constituent des monticules allongés dont la forme a été comparée par M. A. Sismonda à celle des moraines. Entre Trofarello et Cambiano, les monticules de lehm se relient étroitement aux *Sabbioni* dont nous avons parlé à l'occasion des monticules de sable des environs de Grugliasco. Ordinairement ce lehm ne contient pas de cailloux (1). Cependant il est quelquefois impossible de le distinguer de l'argile qui empâte les cailloux sur lesquels reposent les blocs erratiques. En général, dans les régions à mollasse et à sables, comme aux environs de Chieri, les lambeaux de lehm contrastent par leur couleur ocreuse, souvent d'un rouge vif, avec la teinte grisâtre des champs, dont le sol appartient aux couches argilo-schisteuses et aux marnes mollassiques. Les productions de ces deux terrains diffèrent aussi : sur le lehm, on sème de préférence les céréales ; sur la mollasse (*tuf* des habitants), on cultive la vigne. Prétendre que ce lehm est le résultat de la désagrégation et de la décomposition des couches miocènes, et particulièrement de la mollasse, serait une grave erreur, car celle-ci en s'altérant produit une argile qui reste toujours blanchâtre : de là les noms de *Rivalba*, *Albugnano*, *Monte-Chiaro*, etc., donnés à des villages bâtis sur la mollasse ou sur les couches argilo-schisteuses qui accompagnent les conglomérats. Déjà depuis longtemps M. Constant Prévost avait observé que les amas de lehm ne reposent pas toujours sur les couches de la mollasse, mais sont souvent appliqués sur le tranchant même de ces couches.

II. FORMATIONS AQUEUSES.

DILUVIUM ALPIN SANS FOSSILES. — ALLUVION ANCIENNE, NECKER.

Si par une belle journée d'été on monte à Superga, et qu'on jette un coup d'œil sur la plaine, on est frappé de la régularité du plan incliné qui descend des Alpes vers la colline de Turin. Un examen plus attentif montre que ce plan incliné est dû à la réu-

(1) Entre Moncalieri et Trofarello, à Notre-Dame del Pilone, à Sassi, le lehm est exploité sur une grande échelle pour la fabrication des briques. Il a joué avec le calcaire des conglomérats, pour la ville de Turin, le même rôle à peu près que le calcaire grossier et le plâtre, pour celle de Paris.

nion des cônes de déjection qui sortent des vallées. L'œil les distingue au débouché de celles de la Stura, de l'Orco et de la Dora-Riparia La disposition en éventail des cours d'eau qui vont en divergeant du point où la Stura entre dans la plaine, si bien figurée sur la belle carte de l'état-major piémontais, confirme le témoignage des sens. En effet, comme c'est l'ordinaire, la Stura coule dans un lit profondément creusé sur l'arête même qui sépare en deux parties la surface conique du lit de déjection. Les ruisseaux, rigoles, canaux d'écoulement naturels ou artificiels s'échappent des deux côtés. Ce qui est vrai d'un seul lit de déjection l'est aussi de tous les autres; leur réunion forme la grande plaine qui s'étend au pied du versant méridional des Alpes, et l'inclinaison du sol, jointe à l'abondance des eaux, a permis de réaliser sur la rive gauche du Pô un vaste système d'irrigations, qui a fait de ce pays le jardin de l'Italie.

Ce vaste plan incliné se termine, près de la colline, par une berge peu élevée, qui forme la rive gauche du fleuve. Cette berge, élevée de 8 à 10 mètres en moyenne, simulant une petite falaise, montre sur une grande longueur la coupe du terrain diluvien. Le plan incliné formé par ce terrain repousse, pour ainsi dire, le Pô du pied des Alpes, et l'accule à la colline de Turin. Le fleuve n'ayant pu, comme le Tanaro, se frayer un passage à travers les collines de l'Astesan, contourne la colline de Turin, et la lenteur de son cours contraste avec la rapidité des torrents, tels que les Doires, la Stura, l'Orco et le Tessin, qui, se précipitant sur la pente du plan incliné diluvien, lui apportent le tribut de leurs eaux. Quoique forcé de raser le pied de la colline, le Pô n'en a pas moins laissé intacts sur sa rive droite quelques lambeaux de diluvium qui occupent les anses et les sinus de la montagne. Dans ces anses, on rencontre souvent confondus, quelquefois distincts, les matériaux du diluvium alpin, les alluvions modernes du fleuve, et les atterrissements des ruisseaux qui descendent de la colline.

Le diluvium alpin se compose de cailloux roulés, dont la grosseur diminue à mesure qu'on s'éloigne des Alpes. Au pied des montagnes on en trouve qui mesurent souvent 40 à 50 centimètres de diamètre; près de Turin ils ont rarement la grosseur de la tête. Ces cailloux sont mêlés d'autres plus petits, et même de gravier et de sable. L'ensemble de ces matériaux présente une stratification peu régulière, semblable à celle des torrents actuels. Tout démontre que ces cailloux roulés par des eaux rapides ont été entraînés d'autant plus loin que leur volume était plus petit. Des diorites, des serpentines, des amphibolites, des euphotides, des

schistes chloriteux, des micaschistes, des gneiss et des quartz compactes, telles sont les roches dont se composent ces cailloux. Toutes se retrouvent dans les Alpes situées en face de la colline. Ces cailloux sont lisses, arrondis, jamais *rayés* ni entremêlés de fragments ou de blocs anguleux. On n'y a pas rencontré de fossiles. Vainement nous avons multiplié nos recherches, consulté les livres, interrogé les géologues de Turin, et visité les galeries paléontologiques de cette ville. Aucun reste d'être organisé n'a été découvert dans le diluvium alpin de la vallée du Pô comprise entre les Alpes et la colline.

En Lombardie, la limite du diluvium alpin reste encore à déterminer, et le dépôt doit s'amincir considérablement à mesure qu'on s'éloigne des Alpes. Provisoirement on peut dire qu'en aval de Moncalieri, le Pô forme la limite du diluvium alpin; au delà de Chivasso, le fleuve est maintenu au pied des collines par le plan incliné diluvien qui le repousse vers les Apennins. Plus loin on constate l'existence de ce terrain à la Cave, près de Pavie, jusqu'au point où la vallée, s'élargissant de plus en plus, le fleuve entre dans la région alluviale moderne. En amont de Moncalieri, la vallée se rétrécissant beaucoup, et le Pô recevant dans presque tout son pourtour des torrents qui descendent des Alpes occidentales et maritimes, la surface de la vallée est en grande partie formée par le diluvium alpin, recouvert de lehm.

La puissance de la nappe diluvienne est considérable au pied des Alpes comme à la base de la colline Tous les torrents alpins se sont creusé un lit profond dans l'épaisseur de cette masse, et il est rare qu'ils atteignent les premières couches des sables pliocènes. Les différents niveaux des eaux sont quelquefois indiqués par ces terrasses ou banquettes dont la régularité a depuis longtemps frappé les géologues. Habituellement la plus élevée, qui se confond avec la surface de la plaine, est à 20 mètres au-dessus des eaux du torrent. Près de Borgo-Dalmazzo, nous avons mesuré barométriquement l'élévation exceptionnelle des terrasses de la Stura : la plus basse était à $6^m,4$ au-dessus de la surface des eaux; c'est le niveau le plus élevé qu'elles atteignent *actuellement*. La seconde ou moyenne était à 45 mètres; la dernière enfin, à 63 mètres, se trouvait au niveau de la plaine.

Les formes géométriques de ces terrasses, leur horizontalité, leur hauteur, qui ne dépasse guère 60 mètres, ne permet pas de les confondre, même de loin, avec des moraines telles que la Serra et les collines de Rivoli, ou avec le diluvium recouvert de terrain glaciaire éparpillé, tel que la Bessa. Si l'on examine les deux for-

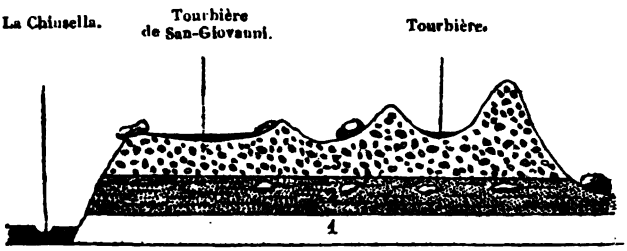
mations de près, elles se distinguent alors par les nombreux caractères qui différencient les terrains créés par l'eau de ceux qui doivent leur origine à des glaciers.

La masse de diluvium n'est pas moins puissante sous la ville même de Turin : les fondations des plus grands édifices ne l'ont jamais traversée. L'épaisseur des lambeaux situés sur la rive droite du Pô, au pied de la colline, est aussi très-notable : l'un de nous s'en est assuré en examinant les profondes excavations que nécessita la pose des fondations de l'hospice de la Mendicité, à moitié chemin entre le faubourg du Pô et Notre-Dame del Pilone; et en suivant les fouilles opérées dans le faubourg appelé le Rubatto. Tout fait croire que même les puits, dont la profondeur moyenne est, dans la ville, de 17 à 18 mètres, ne dépassent pas cette assise. En effet, au pied de la berge diluvienne qui forme la rive gauche du Pô, on voit, depuis l'embouchure du Sangone jusqu'à celle de la Riparia, un nombre considérable de sources qui s'échappent soit au niveau des eaux moyennes du fleuve, soit au-dessous de ce niveau. La constance de leur débit, même pendant les plus grandes sécheresses, celle de leur température, qui les fait paraître froides en été et chaudes en hiver, prouvent qu'elles viennent d'une assez grande profondeur. La source du Valentino est connue par la fraîcheur de ses eaux, et les nageurs qui se baignent dans le Pô ne s'approchent pas de la rive gauche, sur certains points, de peur d'être saisis par la froideur glaciale des sources qui sourdent sur ces points dans le lit du fleuve. Il existe donc, à une certaine profondeur dans le diluvium, un intervalle où les eaux sont arrêtées par des bancs formés de cailloux qu'un suc calcaire a agglutinés en poudingue. A l'époque de l'étiage, on voit les têtes de ces bancs faire saillie dans le lit du Pô. Les puits de la ville aboutissent sans doute à cette nappe liquide.

Tous ces faits réunis nous permettent d'affirmer que sous la ville de Turin l'épaisseur du diluvium alpin ne saurait être moindre que 20 mètres. La position de ce diluvium, relativement aux terrains glaciaires et aux couches pliocènes marines, ne peut faire l'objet d'un doute. Il est inférieur aux premiers, supérieur aux secondes. A Alpignano, à Pianezza près de la moraine de Rivoli, on reconnaît que les nombreux canaux d'irrigation qui partent de ces points sont creusés dans le diluvium alpin, surmonté de moraines ou de terrain glaciaire éparpillé, caractérisés tous deux par des blocs erratiques gigantesques.

Aux environs d'Ivrée le torrent de la Chiusella coupe la moraine latérale droite après la magnifique cascade de Strambinello. En-

tamé sur une hauteur de 50 à 60 mètres, le terrain de transport permet d'apercevoir, entre San-Giovanni et San-Martino, en procédant de bas en haut : 1° 10 à 12 mètres de sables pliocènes marins contenant les fossiles propres à ce terrain ; 2° une couche de diluvium alpin d'épaisseur variable, savoir : 10 à 12 mètres au-dessous de San-Giovanni ; 20 à 30 mètres dans les ravins de la Boriana. Cette assise diluvienne est assez bien stratifiée. On y voit des couches de sable, de gravier et de cailloux *lisses* ne dépassant pas 40 à 50 centimètres de diamètre : ce sont, comme ceux de la Bessa, des micaschistes, diorites et quartz compactes. A sa partie supérieure ce diluvium enveloppe de véritables blocs erratiques, et prend tous les caractères d'une moraine profonde ; 3° enfin le terrain morainique, composé de lehm, de sable, de cailloux *rayés* et de blocs anguleux énormes, occupe la partie supérieure de la coupe.



3. Terrain morainique.
2. Diluvium alpin.
1. Sables pliocènes marins.

Coupe de la moraine frontale d'Ivrée passant par le lit de la Chiusella, la tourbière de San-Giovanni et la madonna d'Aglié.

La base de la Serra est formée de diluvium alpin, et le terrain glaciaire éparpillé de la Bessa repose sur une surface de diluvium qui doit être assez sensiblement horizontale ; c'est dans ce diluvium que se faisaient des lavages d'or qui remontent à une très haute antiquité, et sont totalement abandonnés aujourd'hui.

La Bessa est remarquable sous plusieurs rapports : elle se présente comme un champ immense de cailloux et de blocs qui s'étend de Mongrando aux environs de Saluzzola, entre la rive droite de l'Elvo et les premières collines de la Serra. Sa surface est en grande partie couverte de monticules coniques, allongés, curvilignes, formés de cailloux arrondis, parmi lesquels on rencontre des blocs erratiques gigantesques. A une distance qui ne permette pas de distinguer la forme des matériaux qui la compo-

sent, la Bessa, et particulièrement la zone qui est au contact de la Serra, semble un chaos rocailleux dont l'aspect rappelle celui des grandes coulées de lave de l'Auvergne. Cependant on remarque de prime abord plusieurs monticules en forme de grands remblais allongés et dirigés *perpendiculairement* au cours de l'Elvo.

Les cailloux qui forment la Bessa ont un volume qui varie entre la grosseur d'un œuf et celle d'un gros potiron; ils sont presque en totalité arrondis et lisses; les cailloux rayés, les blocs erratiques sont des exceptions. Tous ces matériaux ne sont pas liés entre eux par du limon, du sable, du gravier, comme dans les atterrissements des torrents, mais ils sont amoncelés au hasard, et s'ébranlent ou s'écroulent sous les pieds du passant.

La tradition et l'histoire ont fait intervenir la main de l'homme dans la formation de ces monticules; une étude minutieuse des lieux confirme cette opinion. La route de Zubiena à Mongrando a mis à découvert plusieurs murs de pierres sèches alignés suivant des directions différentes, et qui paraissent bâtis pour soutenir les remblais de cailloux qu'ils supportent. En parcourant le dédale de ces monticules, on remarque de petites chaussées bordées de remblais très élevés de cailloux, épaulés par des murs à sec, qui, après avoir marché quelque temps parallèlement l'un à l'autre, se réunissent à leur autre extrémité en formant une impasse au fond de laquelle sont des ouvertures de galeries flanquées elles-mêmes de murs à sec. Ces petites chaussées aboutissent d'un côté à ces ouvertures, et de l'autre à des accumulations de cailloux placés en face des galeries. On trouve des chaussées semblables sur les remblais qui sont perpendiculaires au cours de l'Elvo.

Guidé par M. Garisio de Netro, l'un de nous pénétra dans les galeries souterraines; elles sont ouvertes dans un diluvium composé d'argile, de sable, de gravier et de cailloux tellement identiques à ceux qui composent les monticules, qu'on ne saurait douter que ces derniers n'aient été extraits de ces galeries. Les alluvions de l'Elvo, les berges qui lui servent de rivage sont aurifères; la profession de laveur d'or est encore aujourd'hui exercée par quelques habitants des environs.

Tous ces faits, que nous nous proposons de détailler dans une note à part, confirment le témoignage des historiens qui placent dans la Bessa un ancien lavage d'or (1). Le sol de la Bessa est donc composé de diluvium, sur lequel vient se placer du terrain glaciaire éparpillé, aujourd'hui masqué en partie par les accumula-

(1) Voy. l'*Istoria Vercellese* de Jacopo Durando, déjà citée ci-dessus.

tions de cailloux dues aux travaux d'exploitation. Le fait seul que la Bessa a été un champ de lavages aurifères démontre qu'elle n'est pas partie constituante de la Serra. Tout le monde sait qu'un terrain n'est susceptible d'être lavé, dans le but d'en extraire un minéral quelconque, que dans le cas où il a été d'abord remanié par les eaux courantes, qui font un premier triage des matériaux. La Serra, n'étant pas de formation aqueuse, ne saurait donner lieu à de semblables exploitations; cependant elle se compose des mêmes roches alpines que la Bessa, mais déposées confusément par l'ancien glacier de la vallée d'Aoste. Du reste, pour se faire une idée précise de la structure de la Bessa, telle qu'on la voit aujourd'hui, supposons un instant que le diluvium des environs de Pianezza, qui supporte le terrain glaciaire éparpillé, soit aurifère; supposons, en outre, qu'on y ait ouvert des galeries pour l'extraction du sable : si par des causes locales on était obligé d'amonceler sur le sol les matériaux tirés des galeries creusées au-dessous de sa surface, on aurait aux environs de Pianezza une répétition exacte de la Bessa.

Nous avons cru devoir prolonger au-dessous de la Serra la couche diluvienne dans laquelle sont creusées les galeries de la Bessa; on voit la tête de cette couche paraître au pied du versant opposé, aux environs de Viverone et de Bolengo. C'est ici la reproduction de ce qu'on remarque sur les bords de la Chiusella, au-dessous de San-Giovanni (*voyez* la coupe page 590), et à Pianezza, sur les bords de la Riparia, où le diluvium sert de base au terrain morainique.

Quelle est l'origine du diluvium alpin? Formé par des eaux torrentielles qui ont coulé pendant une longue période de temps, rien n'empêche de lui assigner une origine purement aqueuse, semblable à celle des diluviums de la Seine et de la Loire, qui se sont déposés dans des vallées où jamais les glaciers ne sont parvenus, même à l'époque de leur plus grande extension. Le diluvium alpin, étant antérieur à la période glaciaire, n'a peut-être pas le moindre rapport avec elle. Cependant nous ne saurions le considérer comme synchronique de celui de la France occidentale, car il est sans fossiles, et celui de ces bassins en contient. Nous puisons un autre motif d'hésitation dans l'étude des phénomènes auxquels donne lieu la fusion des glaciers actuels, phénomènes qui nous fournissent une explication assez satisfaisante de ceux du diluvium alpin, mais ne saurait s'appliquer à la France occidentale, qui n'a jamais été couverte de glaciers. Ces phénomènes, les voici :

En été, quand un glacier fond, le torrent qui sort de son escarpement terminal entraîne avec lui des fragments empruntés aux moraines; il les roule, les arrondit, et les dépose à une distance plus ou moins grande du glacier. Le torrent ne s'échappant pas chaque année du même point de l'escarpement terminal, la vallée se trouve parcourue successivement dans toute sa largeur par des torrents qui la couvrent de cailloux. Ces matériaux sont entraînés plus ou moins loin, suivant leur grosseur, et forment un amas de cailloux et de sable accumulés par les eaux résultant de la fusion du glacier, et provenant des moraines qu'il a formées. On voit très bien ce diluvium devant le glacier de l'Aar, jusqu'au point où des roches moutonnées rétrécissent la vallée. Devant ceux de Grindelwald, le diluvium glaciaire, transporté par les deux Lutschines, et joint à celui du torrent de la vallée de Lauterbrunnen, a formé entre les deux lacs de Thun et de Brienz l'isthme sur lequel Interlachen est bâti. Nous pourrions multiplier ces exemples; ils montreraient tous qu'un glacier est, pour ainsi dire, précédé d'un diluvium qui lui doit son origine. Quand le glacier est en voie de progression, quand il avance, c'est sur ce diluvium qu'il édifie ses nouvelles moraines. Tout le monde a pu le constater au glacier inférieur de Grindelwald et à celui de l'Aar, qui depuis quelques années sont en voie de progrès. Ainsi donc, dans les glaciers actuels comme dans les anciens glaciers, les moraines reposent sur un diluvium. Quand le glacier fond et se retire, c'est sur le diluvium qu'il laisse sa moraine profonde unie à la moraine superficielle, ce qui constitue le terrain erratique éparpillé.

Toutefois l'étude des anciennes moraines d'Ivrée et de Rivoli nous présente une difficulté que nous n'avons pas su résoudre, et que nous nous empressons de signaler à l'attention des géologues. La quantité de diluvium accumulée devant être évidemment proportionnelle à la fusion du glacier, c'est pendant sa période de fusion ou de retrait qu'il doit donner lieu à la plus grande masse de diluvium. Imaginons donc les glaciers des vallées de Suse ou d'Aoste en voie de retraite; ils devaient produire par leur fusion un diluvium énorme, qui se serait accumulé contre les moraines que le glacier a laissées devant lui, et les aurait enterrées en partie. Or c'est ce qui n'a pas eu lieu, nulle part les moraines ne sont flanquées par des accumulations de diluvium. Partout le niveau du diluvium est inférieur à celui de la base du terrain glaciaire. Il semblerait donc que les glaciers ont donné lieu à une moindre masse de diluvium en se retirant qu'en avançant, ce qui est contraire à l'expérience et au raisonnement. Le retrait lent des

glaciers, démontré d'ailleurs par tant d'autres faits, peut sinon résoudre, du moins atténuer la difficulté. En effet, ce retrait s'étant opéré avec une grande lenteur, la fusion annuelle n'était pas considérable, le diluvium a pu être entraîné au delà des moraines actuelles par les torrents dont ceux que nous voyons sont les faibles représentants. Malgré cette considération, la difficulté subsiste, et nous la signalons à ceux qui étudieront après nous les anciennes moraines piémontaises. Quant à l'énorme puissance de diluvium alpin, elle ne saurait nous étonner, car elle est l'œuvre du temps. Les millions de blocs semés entre les Alpes et la colline de Turin, la hauteur des moraines d'Ivrée et de Rivoli, nous prouvent que les glaciers ont séjourné dans cette plaine pendant des milliers d'années; ils ont donc, pendant cette longue période de temps, accumulé des masses énormes de diluvium alpin. Sous ce point de vue, il y a concordance parfaite; un des phénomènes est la conséquence de l'autre. Ajoutons que ces glaciers ont dû, comme ceux d'aujourd'hui, osciller, c'est-à-dire, avancer et reculer par suite du manque d'uniformité de la température. De là, pour ainsi dire, une série de petits déluges locaux qui ajoutaient chaque fois une nouvelle couche à la masse que nous avons décrite.

En définitive, notre opinion sur l'origine de cette puissante formation se résume par un doute, et nous appelons sur ce point comme sur les autres l'attention et la critique des géologues voyageurs.

ALLUVIONS DU PLIOCÈNE OU A OSSEMENTS DE PACHYDERMES.

Le fond de la vallée du Pô est formé par des couches horizontales de pliocène marin. Elles se composent de sables quartzeux jaunâtres, de marnes grisâtres caractérisées par les fossiles suivants : *Panopæa Faujasii*, *Pecten jacobæus*, *P. maximus*, *Arca Noe*, *Murex saxatilis*, *M. brandaris*, *Nassa conglobata*, *N. prismatica*, *Natica millepunctata*, *Ranella lævigata*, etc. Au pied des Alpes, on voit le pliocène à Biella, sur les bords du Cervo, au-dessous du diluvium alpin; aux environs d'Ivrée, à Strambinello, à Mazzè, à Tina, toujours au-dessous du diluvium alpin. Au pied du versant méridional de la colline de Turin, on l'aperçoit sur plusieurs points au-dessous du lehm et des atterrissements des torrents. On le retrouve à un niveau un peu inférieur dans presque tous les vallons de l'Astesan; mais ici il est recouvert par un dépôt composé de couches minces et peu étendues de gravier, de sable et d'argile plastique. Tantôt ces couches conservent leur

horizontalité, tantôt elles s'entrecroisent et se courbant comme si elles avaient été déposées dans les cavités. Sur certains points, elles prennent un grand développement, et constituent des masses de gravier et de cailloux de 10 à 12 mètres d'épaisseur, toujours traversées par des lits minces de sable et d'argile. Les cailloux ne dépassent jamais la grosseur d'un œuf de poule, et leur nature minéralogique est complétement différente de celle des cailloux du diluvium alpin. En effet, ce sont des cailloux de quartz jaunâtre carié, et quelquefois des porphyres. C'est dans cette assise que les travaux du chemin de fer de Turin à Gênes ont fait découvrir l'année dernière un squelette presque entier d'Éléphant (*Mastodon angustidens*), enfoui dans une masse de sable et d'argile (1). Plusieurs années auparavant on avait déterré, près de Ferrere, des molaires et des défenses appartenant à cinq ou six individus du même genre, avec des mâchoires de Rhinocéros, des dents d'Hippopotame et de Tapir mêlées avec des Héliocs, des Paludines et des Clausilies.

Tous ces restes nous autorisent à considérer ce terrain comme une formation lacustre ou fluviatile. La dépression qu'embrassent les collines de Turin, du Montferrat et des Langhe, rappelle la forme d'un lac ou d'un golfe qui aurait baigné le pied de ces collines; des os de Pachydermes se seraient déposés et des coquilles d'eau douce auraient vécu dans ses eaux. A mesure qu'on s'approche de la partie supérieure, les éléments géologiques de ce terrain diminuent de volume, et passent à une argile ocreuse contenant des rognons d'un calcaire grossier blanchâtre et friable, dans laquelle on n'a pas trouvé jusqu'ici de restes d'animaux tropicaux. Le tout est recouvert de lehm qui s'étend au nord-est de la rive droite du Pô jusqu'au pied du versant méridional de la colline de Turin, et, à l'est, jusqu'à la ligne de partage des eaux du Pô et du Tanaro. Ce lehm se continue avec celui dont les lambeaux couvrent la colline de Turin.

Jusqu'ici les alluvions du pliocène n'ont été découvertes que sur la rive droite du Pô; or, jusqu'à une certaine distance même en amont de Moncalieri, le diluvium alpin s'arrête sur la rive gauche de ce fleuve. Nous n'avons donc pu constater nulle part la superposition du diluvium alpin à l'alluvion pliocène; mais ayant montré, d'un côté, que cette alluvion repose sur les couches plio-

(1) *Voyez* sur ce sujet une Lettre de M. A. Sismonda, dans *Proceedings of the geological Society of London*, t. VI, p. 252. — 1850.

cènes marines, et remarquant qu'elle est recouverte par le lehm ; de l'autre, que le diluvium alpin est également supérieur aux couches pliocènes marines à Strambinello, Biella, etc., nous en inférons que cette alluvion à ossements est chronologiquement antérieure au diluvium alpin. En effet, si l'alluvion pliocène était supérieure au diluvium alpin, elle serait visible dans la plaine du Pô, entre les dernières moraines et la colline de Turin, où le diluvium alpin est partout à découvert. On en aurait trouvé quelques lambeaux entre Caluso et Chivasso, Cavaglia et Crescentino, Rivoli et Turin. On n'a jamais rien signalé de semblable.

L'alluvion pliocène serait-elle synchronique du diluvium alpin? Elle ne saurait l'être ; car, quoique très rapprochée des Alpes, elle diffère complétement du diluvium par sa nature minéralogique, et elle contient un grand nombre de fossiles terrestres et fluviatiles, tandis que le diluvium alpin en est totalement dépourvu. Ajoutons que celui-ci s'élève vers les Alpes sous forme de lit de déjection, tandis que l'alluvion du pliocène occupe un niveau bien inférieur à celui de la plaine.

En Lombardie, M. F. de Filippi (1) a trouvé des ossements de Mastodonte, de Bœuf et de Cerf gigantesque dans une couche de sable fin argileux *inférieure* à un lit de sable aurifère ; il considère ce lit comme la continuation de celui de la plaine du Pô, qui appartient au diluvium alpin. En Lombardie, l'alluvion à ossements est donc décidément au-dessous du diluvium alpin sans fossiles, et cette vue sera confirmée par le parallèle que nous allons établir entre les terrains superficiels des deux côtés de la chaîne des Alpes.

Nous ne chercherons pas à prouver le synchronisme de l'alluvion pliocène du Pô avec celle de contrées plus éloignées. Nous ferons seulement remarquer l'analogie qu'elle présente par sa position relative dans la série des terrains, et par les ossements de mammifères qu'elle renferme avec l'alluvion ancienne de la vallée de la Seine, où l'on a trouvé les débris des mêmes Pachydermes entremêlés tantôt de coquilles lacustres, tantôt de coquilles marines (2).

---

(1) *Annali universali di statistica*, — 1839; et d'Archiac, *Histoire des progrès de la géologie*, t. II, p. 233.

(2) Voyez, à ce sujet, l'excellent résumé de M. d'Archiac, dans son *Histoire des progrès de la géologie*, t. II, p. 151. — Une note de M. Duval, *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XI, p. 302, — 1840 ; et Graves, *Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise*, p. 529 à 556. — 1847.

PARALLÈLE ENTRE LES TERRAINS SUPERFICIELS DE LA VALLÉE DU PO ET CEUX DE LA PLAINE SUISSE.

Si l'on jette un coup d'œil sur une carte orographique comprenant la Suisse et le Piémont, on est frappé de l'analogie qui existe entre la partie méridionale de la vallée du Pô et la partie correspondante du bassin helvétique. Des deux côtés, les Alpes s'arrêtent brusquement au bord de la plaine, qui, en Suisse, est limitée par le Jura; en Piémont, par les Langhe et la colline de Turin. A partir de cette capitale, la chaîne de collines tourne brusquement vers l'E., et devient perpendiculaire à la direction des Alpes, tandis que la chaîne du Jura ne cesse pas de leur être parallèle. En résumé, l'analogie des deux bassins n'existe plus dans leur partie septentrionale; dans le sud, au contraire, elle est complète, et la vallée comprise entre Coni et Chivasso, près Turin, semble être la répétition de celle qui s'étend de Chambéry à Iverdun. Comparons l'un à l'autre les terrains de transport qui remplissent ces deux vallées.

1° *Terrains glaciaires.* — Sur les deux versants des Alpes, les anciens glaciers se sont étendus dans la plaine, et ont atteint la chaîne du côté opposé; mais les marques qu'ils ont laissées de leur passage ne sont pas identiquement les mêmes en Suisse et en Italie.

Dans la plaine suisse, on suit sans discontinuité les traces d'un glacier, depuis les Alpes jusqu'au Jura. Ainsi, partout celui du Rhône a poli les roches en place, depuis les sommets du Mont-Rose jusque sur les pentes du Jura. Partout il a laissé des accumulations de fragments plus ou moins anguleux entremêlés de cailloux rayés, et déposé des blocs erratiques gigantesques.

Sur le versant méridional des Alpes il n'en est pas de même. Les traces du glacier de la vallée d'Aoste se continuent sans interruption depuis le Mont-Blanc jusqu'au milieu de la plaine du Pô; là elles cessent avec les dernières moraines de Caluso; plus loin on ne trouve plus ni blocs erratiques, ni fragments anguleux, ni cailloux rayés; la plaine est entièrement composée de diluvium aqueux. Sur la colline de Turin on retrouve des blocs erratiques gigantesques provenant des Alpes; comme ceux du Jura, ils sont accompagnés de ces puissantes accumulations de cailloux plus ou moins arrondis, véritable moraine profonde de l'ancien glacier. Mais sur le Jura, au Landeron, par exemple, toutes les traces du passage d'un glacier se trouvent réunies; sur la colline, au contraire,

nous ne trouvons que les blocs erratiques et la moraine profonde. La nature friable des couches qui composent la colline piémontaise explique très bien l'absence des surfaces polies et striées; mais on se rend difficilement compte du manque total de blocs erratiques dans l'espace compris entre les moraines terminales des glaciers de la vallée d'Aoste ou de Suse et la colline de Turin. On comprendrait qu'ils fussent devenus fort rares, qu'un grand nombre d'entre eux aient été enfouis par les débordements des torrents, que les progrès de la civilisation en ait fait exploiter beaucoup, comme dans la plaine suisse; mais on ne conçoit pas que ces différentes causes les aient fait disparaître totalement. Nous laissons la solution définitive de cette difficulté aux habiles géologues qui habitent Turin, car nous avouons ne pas entrevoir d'explication satisfaisante de cette anomalie.

Si nous poursuivons plus loin le parallèle entre les glaciers des deux versants des Alpes, nous trouvons encore entre eux une autre différence. Les anciens glaciers piémontais ont déposé au débouché des vallées alpines les puissantes moraines que nous avons décrites. Ces moraines, par leur hauteur, leur régularité, leur symétrie, accusent une station séculaire des glaciers sur un même point. En Suisse rien de semblable, au moins dans la partie méridionale du bassin. Les glaciers du Rhône, de l'Arve, de l'Isère, ne sont point restés longtemps à l'entrée des vallées pendant leur période de retrait; nulle part ils n'ont élevé de moraines terminales, monuments du séjour prolongé de leur extrémité à la même place. Il semble que, par une marche lente mais continue, ils se soient avancés jusqu'au Jura, et qu'ils aient ensuite reculé, sans s'arrêter, jusque dans l'intérieur des Alpes.

Loin de nous la prétention de lever définitivement toutes ces difficultés; cependant nous présenterons ici quelques considérations propres à amener une solution. Un grand nombre de géologues suisses, MM. Studer (1), Thurmann (2), de Charpentier (3), Blanchet (4) et Guyot (5), ont remarqué en dehors de la ligne des blocs erratiques du versant oriental du Jura des fragments et des blocs isolés de roches alpines, des galets de quartz, des euphotides, des

(1) *Monographie de la mollassa*, p. 224.
(2) *Essai sur les soulèvements jurassiques*, cah. 2, p. 28.
(3) *Essai sur les glaciers*, p. 279.
(4) *Terrain erratique alluvien du bassin du Léman*, p. 20. — 1843.
(5) *Note sur la distribution des espèces de roches dans le bassin moyenne du Rhône*, p. 23. — 1847.

protogines, des calcaires alpins anguleux et *rayés*, qu'on peut suivre jusque dans les environs de Lyon; car, sur les hauteurs de la Croix-Rousse M. Fournet a retrouvé des blocs alpins de 6 mètres cubes, et des cailloux rayés identiques à ceux qui composent les moraines des glaciers actuels. Il semblerait donc que le glacier du Rhône, dans son maximum d'extension, a dépassé la chaîne du Jura pour reculer ensuite, et faire une longue station sur son versant oriental.

Le revers méridional des Alpes étant plus chaud que leur revers septentrional, la station prolongée de l'ancien glacier n'a pas eu lieu sur la colline de Turin, mais dans la plaine. Ainsi, pendant la longue époque de température sensiblement invariable durant laquelle le glacier du Rhône touchait au Jura, les glaciers des deux Doires étaient au milieu de la plaine, à moitié chemin entre les Alpes et la colline. Et pendant la période du maximum d'extension durant laquelle le glacier du Rhône dépassait le Jura, ceux d'Aoste et de Rivoli atteignaient la colline de Turin. Une autre raison milite en faveur de cette explication, c'est la puissance du glacier du Rhône, qui procède de tous les groupes les plus élevés des Alpes, le Mont-Rose, le Saint-Gothard, les Alpes bernoises, et le Mont-Blanc, tandis que le glacier de la vallée d'Aoste n'est alimenté que par le massif du Mont-Blanc, la chaîne du Mont-Rose, et les montagnes de Cogne. Ainsi donc, à égalité de température, ce dernier glacier devait s'étendre moins loin que celui du Rhône, et rester dans la plaine, tandis que l'autre remontait sur les flancs du Jura. Il y a plus, nous trouvons dans la Suisse septentrionale des moraines analogues à celles d'Ivrée et de Rivoli.

A l'époque où le glacier du Rhône s'étendait du fort l'Écluse à Zofingen, celui de l'Aar était un de ses affluents, et celui de la Linth se versait dans celui du Rhin; ils n'avaient donc point de moraine terminale. Mais pendant la période de retrait ils devinrent évidemment indépendants, et stationnèrent pendant longtemps au milieu de la plaine suisse, entre les Alpes et le Jura. La ville de Berne est bâtie sur la moraine terminale du glacier de l'Aar, et l'on avait profité de ces moraines pour en faire des fortifications naturelles; c'est ce que l'un de nous a constaté avec M. Studer, de la manière la plus positive, pendant leur démolition, en 1841. La moraine frontale du glacier de la Linth a créé le lac de Zurich en barrant le cours de la rivière qui lui donne son nom, et la ville est également placée sur une moraine dont M. Escher de la Linth a reconnu l'existence partout où des travaux ont entamé les petites collines sur lesquelles Zurich est construit. Le même géologue

a retrouvé des moraines terminales intactes liées à leurs moraines latérales dans les vallées de la Glatt, de la Linmath, de la Reuss, et à Sursee, où elles donnent naissance au lac de Sempach. Les moraines terminales de Berne, de Zurich, de Sursee sont, à la grandeur près, complétement analogues à celles de Rivoli et d'Ivrée. La hauteur relative des montagnes et l'étendue des cirques dont elles procèdent rendent parfaitement raison de cette différence.

Si nous ne nous sommes pas trompés dans l'établissement du synchronisme des moraines de l'un et de l'autre versant des Alpes, les difficultés que nous avons signalées seront atténuées. Néanmoins nous les considérons toujours comme dignes de l'attention des géologues, et susceptibles d'une solution complète, dont la clef se trouvera dans l'étude des allures et des phénomènes que présentent les glaciers actuels.

2° *Terrains de transport d'origine aqueuse.* — En Piémont, nous avons reconnu sous la formation glaciaire deux terrains de transport d'origine aqueuse bien distincts : le diluvium alpin sans fossiles, et les alluvions du pliocène à ossements de Pachydermes. En Suisse, la distinction n'est pas aussi facile. Sous la masse à blocs anguleux et à cailloux rayés on trouve de puissantes accumulations de cailloux roulés d'origine alpine, qui paraissent appartenir à une seule et même époque, et former un seul tout. M. Necker (1) les a comprises dans son ouvrage sous le nom d'*alluvion ancienne*, tandis qu'il désigne sous celui de *terrain diluvien cataclystique* le terrain glaciaire qui est au-dessus.

Il semblerait donc, au premier abord, que les deux terrains si distincts en Piémont, savoir : le diluvium alpin et l'alluvion à ossements, ne sont représentés en Suisse que par un seul terrain, l'alluvion ancienne. Toutefois nous sommes disposés à croire que les deux terrains existent en Suisse comme en Piémont, seulement leur distinction est plus difficile. En Piémont, la grosseur, la nature minéralogique des matériaux de l'alluvion du pliocène diffèrent totalement de celles du diluvium alpin, et quand même on n'eût jamais trouvé dans le premier terrain les ossements qui manquent toujours dans le second, il eût été impossible de les confondre. En Suisse, comme en Piémont, on n'a jamais découvert la moindre trace d'animaux éteints dans les terrains glaciaires, mais on en a rencontré dans le diluvium alpin : leur petit nombre suffit déjà seul pour montrer qu'ils n'étaient pas à sa partie supérieure.

(1) *Études géologiques dans les Alpes*, t. I, p. 232.

Il y a plus : nous avons l'intime conviction que les ossements trouvés dans le diluvium alpin n'y existaient pas primitivement, mais y ont été charriés et déposés postérieurement par des cours d'eau. En effet, en Suisse, les fleuves et les torrents remontent en général l'ordre des formations. Au sortir du terrain crétacé, ils coulent dans la mollasse tertiaire, puis successivement dans le diluvium alpin et dans le lehm ; par conséquent, quand ils transportent des ossements, ils tendent toujours à les déposer dans des couches plus modernes que celles auxquelles ils les ont empruntés. Or c'est dans le sable des rivières qui ont déjà profondément creusé leur lit au milieu du terrain de transport que l'on trouve ces restes. C'est ainsi que des mâchoires, des dents et défenses d'*Elephas primigenius*, Blum., des restes de *Bos priscus*, Boj., des cornes de *Cervus euryceros* et des dents de *Rhinoceros tichorinus*, Cuv., ont été recueillis aux environs de Bâle, dans le lit du Rhin, derrière le rocher d'Istein, et dans celui de l'Ergolz et de la Birse (1). Ces mêmes restes se retrouvent aussi dans le lehm de la vallée du Rhin, entre Bâle et Strasbourg ; mais ils ont été probablement arrachés de leur gîte primitif par les eaux qui affouillent constamment le diluvium alpin, puis entraînés par le fleuve, et déposés postérieurement dans un terrain plus moderne que celui auquel ils appartenaient. Tels seraient les restes de Rhinocéros trouvés à Rixheim, près de Mulhouse, dans des dépressions superficielles de calcaire d'eau douce comblées par le lehm.

S'il existe encore quelques doutes sur l'étage auquel appartiennent ces fossiles, on ne saurait en conserver pour le gisement d'un crâne de Mammouth déterré près de Dürnten, à une lieue de Rapperschweil, canton de Saint-Gall. Voici la coupe de cette localité, que M. A. Escher de la Linth a bien voulu nous envoyer. En procédant de haut en bas on trouve :

1° Des blocs et fragments anguleux glaciaires ;

2° Des cailloux roulés, arrondis, de la grosseur d'une pomme à celle de la tête, semblables à ceux qui composent la *nagelfluh* des environs ;

3° Des argiles bleuâtres et jaunâtres ;

4° Des bois bitumineux comprimés (*Schieferkohle*) (pin, genévrier, bouleau) mêlés de sable et d'argile ;

(1) P. Merian, Aufzaehlung der bis jetz in den Umgebungen von Basel aufgefundenen fossilen Ueberreste von Saugethieren und Amphibien (*Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel*, 3e cahier, p. 10, 1838).

5° Une portion de crâne d'*Elephas primigenius* trouvée en 1848;

6° Une argile grisâtre et du sable fin avec *Planorbis*, *Paludina*, *Cyclas*, appartenant au même diluvium;

7° La mollasse de la nagelfluh sous-jacente n'a pas été atteinte à 100 mètres.

Dans cette localité, le crâne d'Éléphant est réellement en place, accompagné des arbres contemporains de l'animal : il se trouve, avec des coquilles d'eau douce, dans un diluvium particulier provenant de la nagelfluh tertiaire et inférieur au diluvium alpin, exactement comme le Mastodonte découvert près de Ferrere, dans la plaine du Pô, dont nous avons parlé page 595.

Dans les vallées du Jura neuchâtellois, M. Nicollet a reconnu une superposition non moins évidente. Les nombreux ossements d'*Elephas primigenius* qu'il a montrés à l'un de nous se trouvent dans un diluvium d'une faible puissance, composé de galets mollassiques, de grès vert et jurassiques. Le terrain glaciaire, composé exclusivement de cailloux alpins, est *au-dessus*. C'est encore l'alluvion à ossements qui, souvent à l'état d'argile, remplit les fentes et les cavités dues à la dislocation des couches néocomiennes et jurassiques.

Dans ces deux cas, où les ossements étaient bien en place, nous voyons qu'en Suisse comme en Piémont ils se trouvent au milieu d'une alluvion *minéralogiquement différente* du diluvium alpin, et inférieure à lui.

On a découvert des restes d'Éléphants dans un grand nombre de localités de la Suisse. Presque toujours on a pu s'assurer qu'ils ne provenaient pas du terrain glaciaire, rarement on a pu constater s'ils se trouvaient dans le diluvium alpin ou au-dessous. Tels sont les fragments recueillis à Pfaeffikon et à Knonau (canton de Zurich); à Fribourg, en creusant les fondements des culées du pont suspendu, dans le lit du Rhône et de l'Allondon, près de Genève. M. Necker (1) a donné l'histoire détaillée de la découverte de ces deux défenses d'Éléphant, trouvées à la suite d'un débordement de ce torrent : elle montre combien il est difficile de déterminer la position exacte de ces fragments, que le hasard fait remarquer dans les terrains de transport; mais que les torrents et les rivières déplacent et entraînent, pour les déposer dans des couches meubles différentes de celles auxquelles ils appartenaient dans l'origine.

Conclusion. — En somme, nous retrouvons dans la plaine suisse tous les terrains superficiels que nous avons signalés dans celle du

(1) *Études géologiques dans les Alpes*, t. I, p. 266.

O. Voltaire 27 Paris.

Pô. Les moraines, le terrain erratique éparpillé, le diluvium alpin sans fossiles, et l'alluvion à ossements reposant, en Piémont sur les sables pliocènes marins, en Suisse sur la mollasse miocène. Le parallélisme est donc complet, et la séparation du diluvium alpin et de l'alluvion ancienne sera bientôt établie sur des bases solides par les habiles géologues qui habitent Turin, Bâle, Genève, Berne et Zurich.

Pour résumer tout notre travail et le parallèle qui le termine, nous donnons ici, sous forme de tableau, la superposition des terrains dans la vallée du Pô, et dans la grande dépression qui sépare les Alpes du Jura :

Terrains superficiels correspondants en Piémont, en Suisse et dans le N.-O. de la France.

TERRAINS SUPERFICIELS.		VALLÉE DU PO.	BASSIN SUISSE.	BASSIN DE LA SEINE.
Dépôts glaciaires.	Anciennes moraines.	Rivoli, Ivrée, Sesto-Calende, etc.	Versant oriental du Jura, Berne, Sursee, Zurich, etc.	»
	Terrain glaciaire éparpillé.	Pinuerna, la Bessa, colline de Turin, etc.	Bassin du lac Léman, environs à l'O. de Berne, vallées du Jura.	»
Dépôts aquaux.	Diluvium alpin sans fossiles.	Cours de l'Orco, du Sangone, de la Stura, rive gauche du Pô.	Genève, Morges, Thonon, Berne, Aarberg, etc.	»
	Alluvion ancienne à ossements.	Entre le Pô et le Tanaro; — en Lombardie.	Dürnten, près Rapperschweil, Bâle, Chaux-de-Fond.	Environs de Paris, départements de l'Oise, Aisne, etc.
Formations marines ou lacustres.	Couches pliocènes marines (Piémont), ou miocènes marines et lacustres (Suisse et bassin de la Seine).	Tout le fond de la vallée.	Le fond et les bords du bassin.	Le plateau parisien.

M. Favre fait remarquer que M. Martins vient de dire que l'on n'avait pas de peine à distinguer dans les localités qu'il a décrites en Piémont, le diluvium à ossements, le diluvium alpin et le terrain erratique. En Suisse, le premier et le troisième sont aussi parfaitement caractérisés, non pas par leurs fossiles, car le premier contient peu d'ossements, et le troisième contient quelquefois des ossements identiques à ceux des ani-

maux vivants ; mais ces terrains se distinguent par leur nature minéralogique et par leur gisement. Le premier présente les caractères d'une formation lacustre, et le troisième est évidemment glaciaire.

M. Martins dit qu'il y a en Suisse trois terrains de transport : 1° le diluvium à ossements ; 2° un diluvium alpin mal caractérisé ; 3° un terrain glaciaire très bien caractérisé : et que la confusion peut provenir du second de ces dépôts qui possède en bas les caractères d'une formation aqueuse et en haut ceux d'une formation glaciaire.

M. Gastaldi fait observer qu'en Piémont le diluvium alpin et les alluvions du pliocène ne peuvent être confondus. Ils sont composés de matériaux différents sous le rapport du volume et de la nature minéralogique. De plus, la stratification et les abondants fossiles d'eau douce et terrestres des alluvions du pliocène démontrent qu'elles ont été déposées dans un lac ou à l'embouchure d'un fleuve, tandis que l'absence de fossiles, dans le diluvium alpin, et sa manière d'être, décèlent un dépôt fait par des torrents débouchant des Alpes avec une grande force.

Il fait aussi observer qu'en Piémont le diluvium alpin est nettement séparé du terrain glaciaire.

M. de Wegmann fait observer que la position relative qu'occupent, d'après les coupes de MM. Martins et Gastaldi, les deux dépôts dont il s'agit, confirme les idées qu'il a soumises à la Société sur les terrains inclinés non soulevés.

M. Constant Prévost appuie les observations faites par MM. Martins et Gastaldi : relativement au gisement du lœss qu'il a vu, à une assez grande hauteur sur les flancs de la Superga, de l'autre côté de Turin, tant en montant des rives du Pô qu'en descendant vers Chieri, reposer en superposition discordante sur les couches des terrains tertiaires. Ce même lœss, qui contient des maillots et autres coquilles terrestres, descend dans les plaines de l'Astesan en suivant la pente de la montagne.

M. Élie de Beaumont dit qu'il a très souvent observé les faits qui viennent d'être rapportés : seulement ils ne sont pas particuliers à cette localité. Ils se retrouvent sur toute l'étendue des Alpes de Coni au Tagliamento. Il demande comment les auteurs se rendent compte de la formation de la Bessa.

M. Martins répond que ce dernier terrain ayant été remanié par l'homme, il est fort difficile à étudier. Il pense que c'est très probablement du diluvium recouvert de terrain glaciaire éparpillé, montrant le maximum d'extension du glacier.

M. Gastaldi ajoute que, pour tout géologue, la Serra diffère de la Bessa. En effet, la Bessa se compose de diluvium recouvert de terrain erratique éparpillé et profondément remanié pour la recherche de l'or qui est déjà ancienne dans le pays.

M. Élie de Beaumont dit que toutes ces collines placées sur les contre-forts des Alpes sont toujours façonnées en terrasses; pour lui, les étages les plus bas sont les plus modernes; ainsi, la Bessa est plus moderne que la Serra, tandis que les partisans de la théorie glaciaire admettent le contraire. Quant aux superpositions que l'on peut observer sur de pareilles terrasses, comme elles ne portent jamais que sur les formes extérieures, elles ne peuvent avoir rien de très probant.

Enfin, M. Élie de Beaumont cite les profondeurs du lac Majeur et de quelques autres lacs du versant méridional des Alpes, comme opposant une difficulté sérieuse à l'opinion qui considère comme d'*anciennes moraines* les *terrasses formées de débris erratiques* qui existent au débouché de la plupart des vallées alpines dans la grande plaine de la Lombardie.

	Altitude (niveau moyen).	Profondeur absolue.	Profondeur dessous de la mer.
Lac Majeur.	209m,8	797	587m,2
Lac de Lugano.	285m,8	459	[illegible]
Lac de Côme et de Lecco.	212m,6	587	374m,4
Lac d'Iseo.	191m,7	298	106m,3
Lac de Guarda.	69m,2	290 (1)	230m,8

M. le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Manès :

Note sur les dépôts de gypse des départements de la Charente et de la Charente-Inférieure, par M. Manès.

Bordeaux, mai 1850.

Il existe dans les départements de la Charente et de la Charente-

(1) *Le Alpi che cingono l'Italia considerate militarmente*, p. 121.

Inférieure, à la limite du terrain d'oolite supérieure et du terrain de grès vert, sur une ligne dirigée du S.-E. au N.-O., entre Angoulême et l'Océan, une suite de dépôts gypseux dont l'époque de formation a été tout d'abord rapportée à celle du grès vert. Il me paraît aujourd'hui que cette opinion que j'ai moi-même émise n'est pas exacte, et qu'il convient d'en adopter une autre. Dans la nouvelle visite que j'ai faite dernièrement desdits dépôts, j'ai cru reconnaître, en effet, que tous devaient être rapportés au troisième étage jurassique, ainsi que celui de Molidar, près Hiersac, d'après la juste détermination qu'en a faite pour la première fois M. l'ingénieur Marrot. Je me propose d'exposer dans cette note les principaux faits qui m'ont amené à porter ce jugement.

Le terrain d'oolite supérieure forme dans la Charente et la Charente-Inférieure une bande continue qui a, aux environs d'Angoulême et de Saint-Jean-d'Angély, une largeur de près de 24 kilomètres, tandis qu'à la hauteur de Surgères elle se réduit à 12 kilomètres de largeur, et qu'à la hauteur de Chatelaillon elle ne présente plus qu'un développement de 6 kilomètres. Cette bande va donc en s'amincissant de l'E. à l'O.; elle est d'autant plus développée qu'elle s'éloigne davantage de la mer.

Le terrain que je considère ici peut être subdivisé en trois groupes distincts de roches qui se superposent aux roches coralliennes de l'étage moyen, et qui se succèdent régulièrement par bancs ayant leur pente générale au S. et S.-E.

Le premier groupe, composé d'argiles kimméridiennes et de calcaires sableux, terreux ou oolitiques, est représenté sur la côte par les roches de la pointe de Chatelaillon. Il constitue une bande de 2 à 3 kilomètres de largeur, qui repose immédiatement sur les calcaires coralliens, et qui se dirige de Chatelaillon par Muron, Peray, Vandré, Toutifaut, Aulnay, etc. L'argile kimméridienne, bleuâtre, schisteuse, avec ou sans la *Gryphæa unguiliformis*, ne s'y présente au jour que sur un petit nombre de points; elle est partout utilisée pour les tuileries. On trouve encore dans les bancs qu'elle constitue les fossiles suivants: *Mya rugosa*, *Pholadomya donacina*, *Trigonia aspera*, *Terebratula biplicata*, *Modiola*, *Pteroceras*, *Rostellaria*. Les calcaires sableux, plus ou moins plâtreux, se montrent vers Saint-Félix et Toutifaut, où ils forment quelques bancs peu épais au-dessous des calcaires terreux et oolitiques. Ils contiennent quelques pétrifications de Nautiles, fournissent de bonnes soles de fours et âtres de cheminées, et sont désignés dans le pays sous le nom de *pierres chauffantes*. Les calcaires terreux, jaunâtres, sont fossilifères ou non. Les premiers

sont pétris de Gryphées virgules, et forment une sorte de lumachelle en bancs minces au-dessus des autres, qui constituent des bancs épais fournissant à Aulnay et la Tanière de belles pierres d'appareil. Ces derniers prennent d'ailleurs quelques grains d'oolite et passent au vrai calcaire oolitique à grains pisolitiques miliaires, dans lequel on trouve une grande quantité de fossiles, parmi lesquels on peut citer les suivants : *Pholadomya donacina*, *Nerinea bruntutana*, *Turritella*, *Modiola cuneata*, *Trigonia aspera*. Les terrains formés par ce groupe de roches sont généralement peu accidentés ; découpés par de petites vallées qui se dirigent de l'E. à l'O., ils présentent dans ce sens de longues collines dont l'ensemble offre une pente légère au S., et qui sont meilleures pour la vigne que pour les céréales.

Le deuxième groupe est généralement composé d'une alternance de calcaires compactes, argileux, blanchâtres ou jaunâtres, et de marnes tufacées grisâtres. Celui-ci est représenté sur la côte par les couches de la pointe du rocher ; de là, il se dirige par les îles d'Ives, de Champans, de Loiré et d'Able ; puis il passe à Genouillé, Tournay et Loulay, formant une bande continue qui s'étend jusqu'à Beguay, Saint-Jean-d'Angély, Loiré et Cressé, et dont la largeur varie de 8 à 16 kilomètres. Les marnes de ce groupe forment au-dessus du groupe précédent un dépôt puissant qu'on voit au bas du Rocher, au bas de Genouillé, ainsi qu'entre Chervettes et Annezay. Sur le premier point, elles contiennent des Ammonites, *Gervillia pernoides*, *Pholadomya*,..... ainsi que des veines pétries de la *Gryphæa virgula*. Sur le second point, elles comprennent des bancs de calcaire compacte, grisâtre, fragmentaire. Les calcaires argileux supérieurs à ces marnes sont blanc jaunâtre, compactes ou terreux ; ils contiennent aussi quantité de fossiles des mêmes espèces que ceux des marnes. Les calcaires compactes du Rocher comprennent des veines subordonnées de lumachelle à Gryphées virgules et un banc de calcaire noduleux, lequel est sableux, micacé et chargé du *Fucus canaliculatus*. Les calcaires terreux des environs de Tonnay-Boutonne comprennent des veines d'argile pétrie de Gryphées virgules faciles à détacher, et des bancs de calcaire dur, lumachellaire, à base de calcaire argileux, jaunâtre, et de nombreuses Gryphées virgules. Ces bancs sont exploités à Loiré, à Nolon, à Antreize et à Tournay, ainsi qu'entre Fontaine-Chalandras et Beauvais-sur-Matha. Ils ne se présentent d'ailleurs partout que sur une épaisseur de 1 mètre à 1^{m},50 au plus. Ils fournissent de bons moellons pour les constructions, ainsi que de bonnes pierres d'entretien pour les routes, et sont par suite très précieux

dans un pays où dominent les calcaires argileux tendres. Les terrains que compose ce deuxième groupe de roches sont généralement très accidentés, particulièrement ceux marneux qui présentent une foule de sommités entre lesquelles prennent naissance des ruisseaux qui coulent en tous sens. Ces terrains sont plus propres aux céréales qu'à la vigne.

Le troisième groupe est composé d'une alternance d'argiles schisteuses à Gypé, de calcaires marneux compactes ou schisteux, et de calcaires lumachellaires et oolitiques. Ce groupe forme, entre Saint-Jean-d'Angély et Sciecq, une bande continue qui s'étend de la limite S. du groupe précédent jusqu'à celle N. du terrain de grès vert, et qui, ayant à la hauteur de Sciecq une largeur de 15 kilomètres, va finir en pointe vers Beguay et les Nouillers. Là il disparaît sous les roches de grès vert qui forment la contrée de Saint-Savinien à Rochefort et à Fouras, et il ne se rencontre plus qu'aux environs de Moëse et dans la partie N. de l'île d'Oléron, par suite d'une faille qui l'a relevé, a brisé les couches crétacées, et rejeté celles-ci à droite et à gauche en leur donnant une pente inverse.

Les calcaires marneux compactes et tendres, avec Pholadomyes, Térébratules, Gervilles et Trigonies, comprennent des bancs subordonnés de calcaire compacte dur, fragmentaire, et de calcaire très argileux, plus ou moins onctueux au toucher. Ils se montrent au sud de Saint-Jean-d'Angély, à la limite du groupe précédent, ainsi qu'aux environs de Saint-Hilaire et d'Escayeux, à la limite du grès vert. Les calcaires blancs très argileux, désignés sous le nom de *petite groye*, sont exploités pour former les sols de rez-de-chaussée. Les calcaires gris fragmentaires fournissent des moellons et des matériaux pour les routes.

Les calcaires marneux schistoïdes en bancs minces, alternant avec des marnes grisâtres, se montrent à Mazeray, Asnière et Coucoussac, près Sciecq. Ils contiennent quelques fossiles des espèces suivantes: *Nucula inflexa*, *Terebratula biplicata*, *Venus*. Ils comprennent à Pleinpoin, près Saint-Jean, un banc épais de près de 1 mètre d'un calcaire rugueux subcristallin avec Caryophyllies, lequel se rapproche par ses caractères de certaines couches du coral-rag, et sont traversés vers Mazeray, Asnière et la Touféterie, par un banc de calcaire compacte, gris, jaunâtre, scoriacé et caverneux, qui a du rapport avec certains calcaires magnésiens du lias supérieur.

Les calcaires oolitiques se montrent dans les vallées de la Nye et de l'Antenne, ainsi que vers Nantillé et Chotabrit. Ces calcaires

sont formés d'oolites miliaires, gris jaunâtre, à grains sphéroïdaux, juxtaposés sans ciment intermédiaire, ou avec ciment de calcaire compacte. Dans le premier cas, ils contiennent quelquefois beaucoup de Trigonies. Dans le deuxième cas, le ciment est quelquefois traversé de débris de petites coquilles indiscernables, et la roche offre alors des passages au calcaire suivant.

Les calcaires coquilliers lumachellaires blancs, à pâte crayeuse, commencent à paraître entre Bassac et Molidar; ils se continuent par Foussignac et Cicogne, puis pénètrent dans la Charente-Inférieure, et forment, aux environs de Seurs, une bande suivie du S. E. au N. O., qui va jusqu'à la Vrignole et reparaît vers Mons. Ces calcaires sont généralement formés d'un nombre infini de petites coquilles indiscernables, que je crois cependant pouvoir rapporter au genre Nucule, d'après les restes un peu plus distincts qui se montrent aux délits de la roche. Ils sont souvent parsemés de points blancs que l'on pourrait prendre pour des miliolites, et pourraient eux-mêmes être rapportés au terrain néocomien, dont ils occupent effectivement la place; mais ils ne contiennent aucun des fossiles caractéristiques de cet étage de la craie; ils se lient intimement à des calcaires oolitiques dont l'âge n'est pas douteux, et doivent comme ceux-ci être rangés dans le troisième étage jurassique.

Les argiles schisteuses à gypse se montrent: 1° aux environs de Molidar et de Triac (Charente); 2° dans le pays bas de Matha à Cognac, à la limite des deux Charentes; 3° à Saint-Froult, près Moëse (Charente-Inférieure); 4° à Saint-Denis, île d'Oléron, même département.

A. Vers Molidar, ces argiles apparaissent à peu de profondeur sous la terre végétale, et elles occupent, des Quillets au Boucher, un petit bassin surmonté de tous côtés par des couches, qui lui sont supérieures, d'un calcaire marneux tendre, passant à la marne onctueuse, tandis qu'elles reposent sur un calcaire marneux avec meules, lequel passe à la lumachelle. Vers Triac, elles occupent un bas-fond situé entre ce bourg et le village de Barrat, dirigé de l'E. à l'O., limité au N. par un terrain de calcaire lumachellaire compacte et suboolitique, en bancs plongeant sous elles et dans lesquels domine la roche de lumachelle à débris de Nucules, terminé au S. par un terrain de calcaire marneux plus ou moins onctueux, dit *petite groye*, qui en forme le recouvrement. On voit que sur l'un et l'autre de ces points les argiles à gypse sont de même âge que les calcaires marneux et lumachellaires qui les comprennent; qu'elles doivent dès lors être aussi rapportées au troisième étage

jurassique, ainsi que l'a annoncé pour la première fois M. Marrot. Entre Lignole et les Quillets, je trouve une carrière dans laquelle j'ai remarqué, de haut en bas, la succession des couches suivantes:

Mètres.		
5,00	Marne jaunâtre avec petits bancs de calcaire compacte jaunâtre.	
3,30	Marne grise onctueuse.	Dépôts gypseux.
0,05	Gypse fibreux, dit *plâtrelard*..	
0,50	Marne grise.	
0,30	Gypse en boules.	
0,66	Marne grise.	
0,05	Gypse fibreux.	
0,30	Marne grise.	
1,00	Gypse blanc.	
.....	Calcaire argileux blanchâtre.	

B. Les argiles à gypse du pays bas de Matha paraissent occuper tout le fond du grand bassin qui a été ainsi dénommé à cause de son peu d'altitude, et qui comprend une superficie d'environ 300 kilomètres carrés. On les y connaît, en effet, sur une foule de points disséminés dans toute son étendue, savoir : aux environs de Brizembourg, Migron, Mesnac et Cherves près de sa limite S.; comme aux environs de Nantillé, Aumagne, Ebéon et Authon vers son centre. Ledit bassin est limité des trois côtés, N.-O., N.-E. et S.-E. par les roches calcaires du troisième groupe, ci-dessus énumérées. Du côté S.-O., il est généralement séparé des grès verts par une petite bande de calcaire marneux ou oolitique qu'il faut encore rattacher à ce groupe. Il est, d'ailleurs, dans son intérieur occupé superficiellement, pour la plus grande partie, par un terrain d'ancienne alluvion, lequel est composé d'une terre argileuse, dite *varenne*, et d'un sable à fragments calcaires, dit *chaple;* pour une petite partie seulement, comme vers Seurs, par un terrain de calcaire coquillier lumachellaire semblable à celui d'entre Triac et Barrat.

A Mons, on voit les marnes grises, dépendantes des dépôts gypseux, mais sans gypse, faire partie du terrain de calcaire jurassique; ce point présente, en effet, de haut en bas, la coupe suivante :

	Mètres.
1. Terre de *varenne*, argileuse, jaunâtre, parsemée de veines blanches	1,60
2. Sable à fragments calcaires, réunis par une argile jaunâtre	0,40

	Mètres.
3. Calcaire argileux, blanc, par petits bancs plateux (*petite groye*)	0,30
4. Argile grise, par veines ondulées, avec nodules de	2,00
5. Calcaire à pâte crayeuse et débris de Nucules.	2,30
6. Argile grise semblable au n° 4.	»

A Montgaud, près Cherves, une carrière à plâtre, profonde de 8 mètres, montre en bancs plongeant de 6 à 8 degrés au S. la succession des couches suivantes :

	Mètres.
1. Terre argileuse alluviale	0,33
2. Calcaire compacte, blanc, argileux, par petits bancs (*petite groye*)	0,66
3. Marne jaunâtre	1,00
4. Marne schisteuse, grisâtre, avec boules de plâtre disséminées	1,50
5. Quatre bancs de plâtre de 1 mètre chacun, séparés par une veine de gypse fibreux	4,50

Ces deux exemples suffisent pour montrer que dans les pays bas, comme à Molidar, les dépôts gypseux appartiennent au terrain jurassique.

C. Vers Saint-Froult, on observe les faits suivants :

Toute la contrée comprise entre Echillay, Saint-Nazaire et le port des Barques, est formée des différents calcaires du deuxième étage crétacé, celui supérieur au grès vert, lesquels sont disposés en bancs plongeant légèrement au S. Les calcaires marneux jaunâtres avec ostracées constituent les falaises de la rive gauche de la Charente, depuis Martron jusqu'au port des Barques, et les calcaires blancs à Rudistes forment toutes les hauteurs d'Echillay, des Épaux et d'entre Soubise et Moëse. A l'approche de Moëse, dans la descente du vallon de la Rouillasse, règne une petite bande de grès vert qui se suit depuis Pied-de-Mont jusqu'au delà de Saint-Agnan, et qui se compose de sable argileux, de calcaire à ichthyosarcolithe, de grès siliceux à *Gryphæa columba* et de sables siliceux jaunes et blancs. Ces roches offrent, sur toute leur étendue, une inclinaison anormale de 30 degrés au N. ; leur réapparition est due au soulèvement du terrain jurassique qui occupe tout le pays entre Saint-Froult, Moëse, Beaugeay et Malaigre. Ce dernier terrain, placé entre les grès verts sus-indiqués et ceux des environs de Marennes, se compose, de haut en bas, de calcaire coquillier à Nucules, en bancs plateux de 0m,25 environ d'épaisseur, qui alternent avec une marne jaunâtre ; de calcaire compacte ar-

gileux, avec pétrifications de Bucardes, Peignes, Myes, etc.; enfin, d'argile grisâtre, le tout en bancs sensiblement horizontaux. Un puits de 13^{m},50 de profondeur, percé près du moulin à vent, situé au N.-O. de Moëse, a traversé ces différentes couches; il n'a pas pénétré assez avant dans les argiles pour rencontrer le gypse, mais c'est au sein d'argiles semblables gisant sous un calcaire compacte qu'a été exploitée, pendant quelques années, à Saint-Froult, cette substance qui y était disposée en un banc d'environ 1^{m},50 d'épaisseur, et qui fait donc encore partie du terrain jurassique.

D. Dans l'île d'Oléron, la partie N., comprise depuis la mer jusqu'à une ligne qui va de la pointe de Chaucre à Ors, est formée de calcaires argileux compactes et schistoïdes grisâtres et de calcaires coquilliers et oolitiques jaunâtres qui dépendent de l'étage supérieur du terrain jurassique, et qui font suite aux roches de même nature des environs de Moëse. La partie S., au contraire, est formée de roches de grès vert et de calcaires à ichthyosarcolithes appartenant aux couches crétacées inférieures, et se reliant à celles semblables des environs de Marennes. C'est au milieu des roches jurassiques de la partie N. et aux environs de Saint-Denis que j'ai trouvé le dernier gisement de plâtre dont il me reste à parler. Il se montre à la falaise d'entre le port de Saint-Denis et la pointe de Chassiron, aux deux tiers de sa hauteur à partir du sol, et à 3 mètres environ de son pied. Il consiste uniquement en une couche de marne schisteuse ondulée, d'une épaisseur d'un mètre, qui tient disséminées dans sa masse des boules de gypse saccharoïde blanc ou lamellaire grisâtre. Cette couche est surmontée d'une alternance de bancs de marne grisâtre et de calcaires jaunâtres; elle recouvre immédiatement deux bancs de calcaire rugueux qui sont séparés par une couche de marne, et qui reposent eux-mêmes sur une alternance de marnes schisteuses avec lignite et de petits bancs de calcaire marneux. Tout cet ensemble de roches est, d'ailleurs, supérieur à un calcaire marneux bleuâtre avec Nucules qui apparaît, à marée basse, au-dessous du port de Saint-Denis. Il est inférieur au calcaire jaunâtre lumachellaire à Nucules du Moulin des Combes, au S. de Saint-Denis; donc, le nouveau gisement de plâtre appartient aussi au terrain jurassique supérieur.

En résumé, les dépôts de gypse des départements de la Charente et de la Charente-Inférieure, qui se montrent tous au voisinage des grès verts, font partie des couches supérieures du troisième étage jurassique, et ils ne constituent point, comme on l'avait cru, des amas subordonnés aux glaises inférieures de la formation

crétacée. Ils reposent parfois sur les calcaires lumachellaires à Nucules (Triac), et d'autres fois en sont recouverts (Saint-Denis). Généralement, ils se montrent sous des roches jurassiques de calcaire argileux et de marnes en bancs alternatifs qui plongent sous les argiles des grès verts.

Séance du 3 juin 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. le docteur Abraham MASSALONGO, naturaliste, à Vérone (royaume Lombardo-Vénitien), présenté par MM. le professeur Catullo et de Brimont.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la guerre, *Richesse minérale de l'Algérie*, par M. Henri Fournel, ingénieur en chef des mines, t. I, texte, in-4, 476 p. Paris, imprimerie nationale, 1849.

De la part de M. le ministre de l'instruction publique : 1° *Archives du Muséum d'histoire naturelle*, t. IV, 3e et 4e liv., in-4. Paris, chez Gide et Baudry.

2° *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés*, par M. Coste, texte, t. Ier, 1er et 2e fascicule, in-4, et planches in-f°, 12e et 13e liv. Paris, 1846, 1847 et 1849, chez Victor Masson.

3° *Voyage dans l'Amérique méridionale, exécuté dans le cours des années* 1826 *à* 1833, par M. Alcide d'Orbigny, 90e et dernière liv., in-4. Paris, 1847, chez P. Bertrand.

4° *Species général et Iconographie des coquilles vivantes*,

publiées par monographies, par M. L.-C. Kiener, livr. 123 à 132, in-4. Paris, chez Rousseau.

De la part de M. Michelin, *Description d'une nouvelle espèce de Caryophyllie* (extr. de la *Rev. et Mag. de zool.*, avril 1850, n° 4); in-8, 3 p., 1 pl. Paris, 1850, chez Schneider.

De la part de M. Constant Prévost, *Discours prononcé aux funérailles de M. de Blainville*, le 7 mai 1850; et *Paroles prononcées le lendemain dans l'amphithéâtre de la Sorbonne*, in-4, 23 p. Paris, 1850, chez Firmin Didot.

De la part de M. Husson : 1° *Esquisse géologique de l'arrondissement de Toul, suivie d'un aperçu botanique des environs de cette ville*, in-8, 106 p. Toul, 1848, chez veuve Bastien.

2° *Supplément à l'Esquisse géologique de l'arrondissement de Toul*, in-8, 24 p., 1 carte. Toul, 1849, chez Aug. Bastien.

3° *Annotations et corrections à l'Esquisse géologique de l'arrondissement de Toul, présentées au Comice agricole dans le mois de mai* 1850, in-8, 8 p., 1 pl. Toul, 1850, chez Aug. Bastien.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1850, 1er sem., t. XXX, nos 20 et 21.

L'Institut, 1850, nos 855 et 856.

Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers. — Travaux du Comice horticole de Maine-et-Loire, 1850, 4e vol., n° 30.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, 1850, t. XXII, n° 108.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, t. V, 3e cah. Epinal, 1845.

The Athenæum, 1850, nos 1178 et 1179.

M. Constant Prévost dépose un exemplaire du discours qu'il a prononcé sur la tombe de M. de Blainville.

Sur l'invitation de M. Élie de Beaumont, président, empêché d'assister jusqu'à la fin aux obsèques de M. de Blainville, l'un des membres fondateurs de la Société géologique de France, M. Bourjot, vice-secrétaire, a déposé sur la tombe encore ouverte du savant zoologiste, l'un des créateurs de la paléontologie, un témoignage de regret et de haute et profonde estime.

M. Martins, en faisant hommage de l'*Annuaire météorologique de la France pour* 1850, signale plusieurs articles qui peuvent intéresser les géologues, entre autres le Mémoire de M. A. Bravais *Sur les phénomènes crépusculaires;* des Instructions de M. R. Mallet *Sur les tremblements de terre;* un Mémoire de M. H. W. Dowe *Sur les isothermes mensuelles.*

M. de Wegmann communique l'extrait qui suit d'une lettre de M. Boué, datée de Vienne, 11 mai 1850.

Comme intéressant les mineurs et les métallurgistes, je vous envoie l'extrait suivant d'un article de l'ouvrage de M. de Hauer, *Beiträge zur Geschichte der osterreichischen Finanzen*, par Joseph chevalier de Hauer. Vienne, 1848. In-8° (254 pages).

M. de Hauer était premier président de la cour aulique, section des finances, jusqu'en 1848. Toutes ses données sont officielles. Voici ce qu'il dit des *mines*.

Or. Les mines aurifères les plus riches en Europe, hors l'Oural, sont celles de Verőspatak, Nagyag et Boitza, en *Transylvanie*.

En 1809, le produit des mines aurifères exploitées par les particuliers s'élevait à 1626 marks 15 loth; en 1843, à 3296 marks, tandis que les mines exploitées par l'État rendirent, en 1809, 1793 marks, et, en 1843, 235 marks.

En Hongrie, on obtient de l'or à Schemnitz, Nagybanya et Oravitza; dans le Salzbourg, à Gastein, Rauris et dans le Zillerthal.

Le produit total annuel des mines d'or de toute la monarchie peut être fixé à 4000 marks.

L'*argent* est surtout exploité par le gouvernement. Les particuliers obtenaient, en 1819, pour 1 mark d'or, 366 fl. 32 k. de l'État; pour le mark d'argent fin, 23 fl.

Les mines de Schemnitz ont donné, en 1790, un produit de 700000 fl., et, pendant les trente-sept années suivantes, une moyenne de 200000 fl. par an.

En 1793, les guerres nécessitèrent d'augmenter la production au détriment des générations futures. En 1780, on commença une galerie générale d'écoulement, dont le travail cessa en 1789, et n'a été repris que dans ces derniers temps.

Dans le district de Schmöllnitz, la mine d'Aranyidka donna, en 1824, 4675 marks d'argent. Cette mine, ouverte en 1807, n'a pris de l'importance qu'en 1816, où elle est devenue la plus im-

portante, pour l'argent, après celle de Przibram, en Bohême. Les autres mines de ce genre sont à Nagybanya, Rezbanya, Oravitza et en Transylvanie.

En Bohême, les mines d'argent de Joachimsthal et de Przibram ont donné, de 1516 à 1589, 1090964 marks; donc, par an, 14944 marks; de 1755 à 1814, 252524 marks, ou une moyenne de 4208 marks par an. La production de Przibram est en progression à présent. Dans le Salzbourg, Gastein et Rauris ont donné, en 1820, 1969 marks; le mont Kogel et Thierberg, en Tyrol, en 1817, 1759 marks; et, en Styrie, certaines mines, en 1821, 438 marks d'argent. La célèbre mine de Zeiring, dans cette dernière province, a été inondée en 1158, et n'a pu être desséchée.

En Bukowine, M. Manz a exploité, à Kirlibaba, une mine de plomb argentifère qui a rendu de 650 à 800 marks d'argent.

La production argentifère annuelle de la monarchie peut être estimée à 100000 marks, qui, avec les 4000 marks d'or, représentent une valeur de 5 millions de florins; mais en défalquant les frais d'exploitation ou d'achat de l'argent, par l'État, des particuliers producteurs, cette somme, au lieu de devenir une recette pour l'Etat, a été quelquefois une perte.

Les mines de *mercure* d'Idria rendirent, en 1821, 2244 quintaux de mercure, 1251 quintaux de vermillon, et 120 quintaux de cinabre.

On retire encore 10 quintaux de mercure en Transylvanie, et 55 quintaux en Carinthie.

Cuivre. Ce métal, en partie argentifère, est exploité à Neusolh, en Hongrie. A Schmöllnitz, la production moyenne, pour trente ans, a été d'environ 22 à 24000 quintaux, dont les trois quarts ont été fournis par des particuliers. Nagybanya a donné, en 1826, 1088 quintaux, dont 960 quintaux venaient des mines des particuliers. — Dans le Bannat, la production était, en 1809, de 5629 quintaux, dont les mines de l'État n'ont fourni que 10 quintaux. Depuis 1718, il existe dans ce pays quatre sociétés, à Oravitza, Saska, Moldova et Dognacska, qui conduisent l'exploitation, et qui, même depuis 1736, exploitent toutes les usines jadis royales.

A Agordo (territoire vénitien), la production annuelle est de 3000 quintaux de cuivre, et il y a une fabrique de vitriol.

Les autres mines de cuivre sont, en Transylvanie, à Czertest et Saint-Domokos; en Gallicie, à Posoritla; en Tyrol, à Ahrn, Kitzbuchel et Brixlegg (où il y a aussi deux fabriques de laiton, à Liens

et Achensain); en Croatie, à Szamobor; en Salzbourg, à Hattschlag.

En 1810, la production totale du cuivre a été de 20963 quintaux, dont 16439 provenaient de l'industrie privée.

Plomb. Les mines les plus riches sont en Carinthie, à Bleiberg et Raibel. En 1823, elles rendirent 59832 quintaux.

A Schemnitz, on obtenait, en 1809, 10098 quintaux de plomb; à Nagybanya, en 1809, 10181 quintaux; en Bohême, à Mies et à Bleistadt, en 1809, 9252 quintaux. Les autres mines sont en Tyrol, à Auronzo dans le Vénitien, dans la Bukowine, à Schmölnitz, à Saska dans le Bannat, et en Transylvanie. En 1810, la production totale fut de 24006 quintaux, dont 12909 provenaient des mines de l'État.

Zinc. A Döllach et Leinach, en Carinthie, on produisait, en 1819, 1804 quintaux; mais ces mines sont délaissées.

A Fernese inférieur (district de Nagyay), on produisait, par an, 300 quintaux de zinc; dans le Bannat, cette exploitation commença en 1809, et donnait, en 1813, 834 quintaux par an. En Transylvanie, la mine de Radna donna, en 1813, 240 quintaux. — Production totale, en 1810, 2854 quintaux, dont 215 quintaux venaient des mines de l'État, et le reste de celles des particuliers.

Fer. Les mines principales sont l'Erzberg, en Styrie, partagé en Innerberg, ou partie nord, et Vordernberg, partie sud.

En 1810, la production totale du fer, dans toute la monarchie, était la suivante :

Pour les mines de l'État : Hongrie, 96295 quintaux; Transylvanie, 36893; Styrie, 41063.

Pour les mines des particuliers : Hongrie, 88188 quintaux; Transylvanie, 12500; Bohême, 201802; Moravie, 29395; Silésie, 6579; Gallicie, 27451; Carinthie, 184007; Styrie, 256625; Autriche, 22911.

Total : 1003709 quintaux.

Étain, surtout à Schlaggenwald, en Bohême : production, en 1809, 1041 quintaux.

Houille et *lignite.* Production, en 1809 : Bohême, 1201224 quintaux; Hongrie, 90000; Bannat, 17174; Moravie, 464252; Silésie, 146132; Autriche, 163232; Styrie, 367930. — Mine de lignite à Szagor (Carniole).

Soufre. En Gallicie, à Swoszovitze, en 1807 : Production annuelle, 2 à 3000 quintaux; à Radoboj, en Croatie, en 1816, 103 quintaux de soufre purifié; à Agordo, en 1818, 287 quintaux;

en Bohême, en 1809, 2824 quintaux ; en Styrie, 455 quintaux ; en Hongrie et dans le Bannat, 174 quintaux.

Production totale des mines de la monarchie autrichienne, en 1843 :

	Mines de l'État.	Mines des particuliers.	Total.
Or.	1578 marks	5207	6785 marks
Argent	53422	47789	101211
Mercure.	2716 quint.	581	3297 quint.
Cuivre.	11122	38332	49454
Étain.	21	1667	1688
Minerais de plomb. .	2489	19025	21514
Plomb du commerce.	23941	51959	75900
Reichblei	18313	8971	27284
Litharge.	26297	3587	29884
Calamine	6720	16288	23008
Zinc.	3638	2098	5736
Fer brut.	570139	1781140	2351279
Fonte de fer.	104804	264648	369542
Antimoine.	2730	4132	6862
Alun.	—	35882	35882
Sulfate de cuivre. . .	305	5338	5643
Sulfate de fer	13070	37948	51018
Cobalt.	411	1757	2168
Arsenic.	—	798	798
Vert-de-gris.	—	80	80
Soufre.	14174	10677	24851
Houille et lignite. . .	68640	9227711	9296351
Manganèse oxydé. . .	—	120	120
Graphite.	—	21473	21473

Les mines rendent encore, par redevances, 750000 florins par an, et, par la taxe du pointage, 37562 florins.

Le produit net des mines est très variable. De 1813 à 1819, le gain véritable ne s'éleva qu'à 907000 florins, les pertes ou le coût ayant été de 3853000 florins, et le produit brut de 4760000 fl. En 1843, le gain véritable fut de 500126 fl., le coût ayant été de 2509605 fl., et le produit brut 1557378 fl.

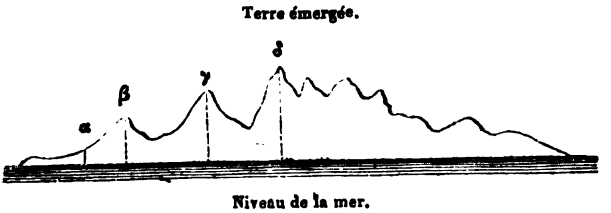
En ayant égard à l'actif, au commencement et à la fin de 1843, et aux redevances, taxe de pointage, etc., le gain net de toutes ces mines se réduisait, en 1843, à la modique somme de 1281520 fl. Or, sans le produit des redevances (voyez *Bulletin*, 1846, t. III, p. 143), le gain net des mines serait bien peu de chose sans le monopole du sel.

J'espère que ces notes officielles intéresseront quelques membres

de la Société, qui pourront les comparer avec mon tableau (*Bull.*, 1846).

M. Simony nous a offert hier une suite d'intéressants documents de géographie physique sur les lacs des Alpes, leur profondeur, la forme de leurs fonds, la formation des deltas, l'inclinaison de ces dépôts, la couleur des eaux, la température des lacs, l'influence des affluents sur cette dernière, la disparition des cadavres dans les lacs, parce qu'ils ne peuvent remonter à la surface à cause de cette température basse de l'eau à une certaine profondeur, et ne descendent non plus au fond qu'après un long laps de temps, effet de pesanteur spécifique relative.

Mon Mémoire sur la paléo-hydrographie et la paléo-orographie, ou sur l'emplacement et les profondeurs diverses des mers, ainsi que sur la place et la hauteur des convexités du globe et de ses chaînes dans chaque époque géologique, de l'époque primaire aux temps actuels, ainsi que les vallées, les cols, les pentes des chaînes de ces différentes époques, est imprimé, mais non encore publié. Graphiquement cela se réduit à deux figures :

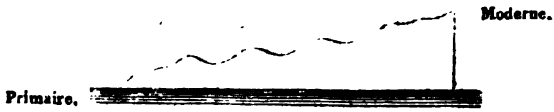


J'ai trouvé des moyens de substituer des valeurs numériques véritables aux questions ou problèmes exprimés dans les deux figures par les verticales α, β, γ, δ, et cela pour toutes les époques. Je trouve à établir une moyenne profondeur des mers comme une hauteur moyenne des continents et des chaînes, c'est-à-dire des pointes des plus grandes convexités du globe. C'est le complément des tableaux paléontologiques d'Unger, tout aussi bien que le pendant des considérations zoologiques par lesquelles on

démontre, au moins pour les vertébrés, une gradation organique, depuis les poissons jusqu'à l'homme, des temps les plus anciens aux plus modernes, gradation dont les traces se retrouvent dans l'embryogénie humaine. J'arrive au nombre d'environ 1500 à 2500 pieds pour la profondeur moyenne des mers primitives. Je trouve aussi le moyen de fixer le point où siége le vulcanisme ou la cause du soulèvement, et mes résultats coïncident singulièrement avec les quatre myriamètres obtenus par des observations et calculs sur la température.

Profondeur des mers des temps géologiques anciens aux temps actuels.

Hauteur des terres émergées des temps géologiques anciens aux temps modernes.



La petite construction géométrique suivante expliquera ma pensée.

Fig. 1. — Ile à voûte régulière.

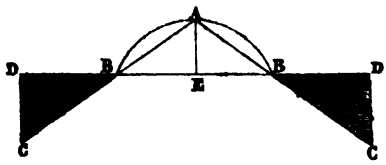


Fig. 2.

Ile à voûte irrégulière (Amérique septentrionale, par exemple).

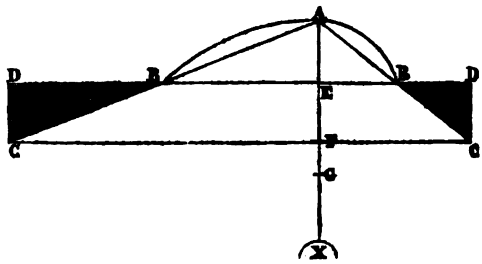


Fig. 3.

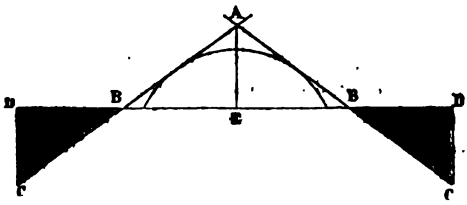
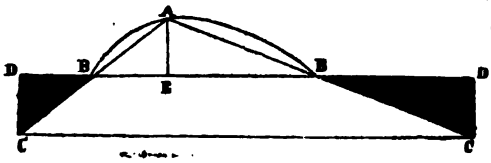


Fig. 4.



Soient DD le niveau de la mer, AE la hauteur de la voûte ou convexité régulière ou irrégulière d'une île ou continent; cela ne change rien au problême, ni même les soulèvements surajoutés les uns aux autres sur un même point. — Prolongeons de chaque côté les cordes des arcs AB d'une quantité égale à chacun jusqu'en C. Agissons de même pour la ligne EB prolongée en D. Nous obtiendrons, quelle que soit la figure de la voûte, quatre triangles égaux, deux à deux en toutes valeurs : deux au-dessus du niveau de la mer, deux au dessous. AB=BC, EB=BD, l'angle DBC=ABE; donc DC=AE. Or tout soulèvement étant un ou plusieurs mouvements de bascule, il n'en est et n'en peut être autrement. Ainsi nous avons les moyens de déterminer la valeur et la place des dépressions en rapport avec les soulèvements. Comme dans la bascule, ses produits doivent être *voisins* et non éloignés.

Voulons-nous rétablir les cimes entières par approximation, nous substituerons les tangentes aux cordes des arcs fig. 3. Pour trouver la profondeur du siége du vulcanisme ou du point où la fluidité ignée existe, c'est-à-dire le point X, il ne faudra, d'après le même principe de la bascule, qu'ajouter à la verticale AE (fig. 2) : 1° la quantité moyenne trouvée de l'enveloppe solide du globe ordinairement sous le niveau de la mer EF, 2° puis la quantité moyenne, trouvée et admise, de cette même enveloppe solide autour de tout le sphéroïde terrestre, supposé immergé sous l'enveloppe aqueuse de profondeur moyenne aussi trouvée FG, et 3° une verticale GX=AE. Ainsi l'Himalaya doublé donnera déjà 33000 pieds, et le reste, pour arriver aux 4 myriamètres, serait environ fourni par les articles 1° et 2°.

Le secrétaire donne lecture de l'extrait suivant d'une lettre de M. Vor. Thiollière datée de Lyon, 29 mai 1850.

Je continue à recueillir les poissons, reptiles et autres débris organiques fossiles contenus dans les calcaires lithographiques du Bugey, et sur lesquels j'ai publié une petite note l'année dernière. La Société en a reçu, de ma part, un certain nombre d'exemplaires. Je fais lithographier ici les espèces qui sont nouvelles ou qui n'ont pas été figurées. Dans le premier cahier, seront contenus deux reptiles inédits dont M. Hermann de Meyer, de Francfort, a bien voulu se charger de faire la détermination et la description. L'un est un grand lézard, très voisin de ceux de nos jours, et qui a reçu le nom de *Saphæosaurus Thiollierei* (Meyer); l'autre, de toute petite taille, offre un mélange du type des crocodiles avec ceux des Lacertiens et des Ophidiens : ce sera l'*Atoposaurus Jourdani* (Meyer). — J'ai trouvé un fragment de tortue, mais il est trop incomplet pour ne pas attendre que quelque nouvelle exhumation me fournisse un supplément d'information à son égard. Point encore de Ptérodactyles. Ma récolte en poissons est plus abondante, et me fait espérer que la collection qui en résultera nous représentera assez bien les richesses ichthyologiques de Solenhofen, localité avec laquelle l'identité de niveau est incontestable.

Les dessins de l'espèce de raie à museau allongé, que j'ai baptisée *Spathobatis bugesiacus*, s'achèvent. Ils seront accompagnés de la figure d'un autre poisson du genre des *Macrosemius* d'Agassiz, mais d'une espèce inédite plus grande que le *M. rostratus* du savant de Neufchâtel, et qui est mieux conservée que les exemplaires d'après lesquels la figure de celui-là a été donnée. Les écailles, par exemple, sont si nettement exposées sur la moitié postérieure du corps, que l'on voit que leur disposition présente la particularité d'offrir, sur une portion du dos, des rangées intermédiaires qui doublent les rangées principales d'écailles, dirigées du dos au ventre, et contournées en S. Les écailles sont épaisses, émaillées et striées comme à tous les Ganoïdes d'Agassiz. Plus tard, je ferai dessiner un *Lepidotus*, voisin de l'*elvensis*, un grand *Caturus*, à dorsale très développée, et un *Thrissops*, tous trois de belle conservation, inédits ou non représentés.

Enfin, j'ai à faire connaître un annélide qui paraît avoir réuni le caractère de la segmentation avec la particularité que chaque article est revêtu d'une enveloppe (cornée ou testacée?) garnie circulairement de pointes nombreuses. Par la décomposition, la membrane inter-articulaire venant à disparaître, les anneaux se

séparent comme les articles d'un crinoïde, et s'offrent alors, vus par leur tranche, comme de tout petits oursins.

M. Martins communique la lettre suivante, qui lui a été adressée par M. Desor.

Des alluvions marines et lacustres, et du terrain erratique de l'Amérique du Nord, par M. E. Desor.

Pour un géologue européen, il est difficile, en parcourant les nombreux rapports que nous possédons sur la géologie des différentes parties de l'Union, de se faire une juste idée de la position et de l'âge relatifs des différents dépôts décrits sous le nom de : *coarse drift*, *lake drift*, *valley drift*, *blue clay*, *red clay*, *blue hard-pan*, *yellow hard-pan*, etc. Vous vous tromperiez si vous alliez vous imaginer que de ce côté-ci de l'Atlantique nous en savons davantage. Chacun connaît plus ou moins bien son petit coin, mais je doute qu'il y ait un seul géologue qui ait la prétention de dominer tout l'ensemble des faits. Ce qui ajoute encore à la confusion, c'est que dans certains auteurs, ces mêmes dépôts figurent sous le nom d'*argiles* ou de *limons tertiaires*. Aussi bien, s'il est une chose qui me surprend, c'est que M. d'Archiac s'en soit aussi habilement tiré dans son *Histoire des progrès de la géologie ;* car, en dépit de quelques erreurs sur les rapports du drift et de l'alluvion, son résumé est certainement l'aperçu le plus parfait qui existe sur l'ensemble du terrain quaternaire d'Amérique.

Sans entrer dans l'analogie des dépôts ci-dessus, leurs noms seuls suffisent pour vous dire que ce sont pour la plupart des dépôts stratifiés, et que, par conséquent, de même qu'en Europe, la grande masse des dépôts erratiques a été travaillée par les eaux. J'insiste sur ce fait, parce que l'on a prétendu récemment que les blocs erratiques, si nombreux dans les plaines de l'ouest, se trouvaient dans la même position où ils avaient été laissés par les glaciers! Quant au nord de l'Europe, nous avons, je crois, suffisamment prouvé l'un et l'autre, que la stratification de l'erratique, (dans les plaines du nord de l'Allemagne, comme dans les vallées de la Scandinavie), est due à l'envahissement de la mer *après la retraite* des glaciers. En Amérique, les terrains meubles qui attestent le séjour des eaux sont encore plus variés, et par là même plus difficiles à débrouiller, surtout si l'on considère l'immense étendue de pays qu'ils recouvrent.

Quand je reçus, l'année dernière, l'invitation d'explorer les dépôts quaternaires des grands lacs, je résolus de diriger principalement mon attention sur la structure des différents dépôts et leurs rapports avec la roche en place, sans m'inquiéter beaucoup de l'agent qui a transporté et façonné les matériaux, cette question n'ayant plus à mes yeux la même importance, depuis qu'il est démontré que le phénomène erratique n'est pas le résultat d'un cataclysme momentané, mais qu'il représente au contraire une longue période de temps comprenant des phases très variées. J'ai ensuite cherché à rattacher les uns aux autres les dépôts des différents bassins, et à rapporter à leurs phases respectives les différentes assises de chaque dépôt. Il ne m'a pas été difficile de prouver que, dans bon nombre de cas, le même dépôt a reçu des noms très différents, chaque bassin ayant été étudié isolément et sans liaison avec les dépôts environnants. J'ai pris pour principal point de repère les dépôts du lac Supérieur, cette région étant la source d'où les matériaux de la plupart des formations quaternaires circonvoisines ont été dérivés. Une partie de mes recherches est comprise dans mon rapport au gouvernement pour 1849; le reste sera compris dans mon rapport de 1850.

Ce qui complique l'étude des formations quaternaires dans l'intérieur du continent, c'est la difficulté de distinguer entre les dépôts lacustres et les dépôts marins. Les fossiles marins que l'on a découverts jusqu'à présent dans le drift sont limités au voisinage des côtes et à quelques grandes vallées, telles que celles du Saint-Laurent et du lac Champlain ; mais je ne sache pas que l'on ait jamais signalé une seule coquille fossile dans les vastes prairies et plaines de l'intérieur. Aussi plusieurs géologues, entre autres M. H. Rogers, se prévalent-ils de cette absence de fossiles marins, pour contester que la mer ait jamais séjourné dans ces régions pendant la période erratique. D'un autre côté, nous avons nos grands lacs, vraies mers intérieures, qui semblent réclamer leur part d'influence dans l'histoire des dépôts quaternaires. Et, en effet, à moins de supposer qu'ils ne remontent pas au delà de l'époque historique, on ne voit pas trop pourquoi on les passerait sous silence. Je ne m'étonne pas qu'ils aient trouvé d'ardents avocats parmi les géologues américains, dont plusieurs voudraient leur attribuer tous les dépôts quaternaires dans lesquels on ne trouve pas de fossiles marins.

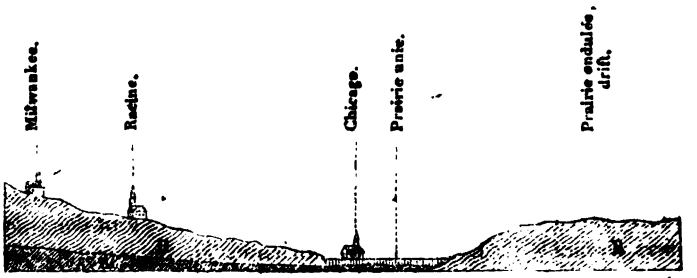
Pourquoi n'y a-t-il pas de trace de fossiles marins dans ces vastes dépôts diluviens du centre des Etats-Unis, dont plusieurs indiquent cependant des époques de calme ou du moins de tranquillité re-

lative? C'est là une énigme d'autant plus remarquable que, dans le voisinage des côtes, on trouve des coquilles marines dans des dépôts caillouteux très hétérogènes, et vous savez qu'en Norvège elles ont été signalées par Keilhau jusqu'à 600 pieds de hauteur dans le drift. Après avoir eu la bonne fortune de découvrir, il y a quelques années, les premiers fossiles marins dans l'erratique des environs de New-York et de Boston, il me semblait que si quelque fragment d'huître ou de toute autre coquille était enterré dans ces dépôts, il ne pourrait pas m'échapper. Il est à peine une falaise le long de la côte méridionale du lac Supérieur que je n'aie fouillée, mais en vain. Les seuls débris fossiles que j'y aie rencontrés sont des polypiers remaniés de la formation silurienne. M. Lapham, qui depuis des années examine les falaises du lac Michigan, n'a pas été plus heureux.

Cependant mes recherches n'ont pas été tout à fait inutiles, puisqu'elles m'ont conduit, d'une manière indirecte, au but que je poursuivais. En pénétrant dans l'intérieur de la forêt vierge, sur la côte méridionale du lac Supérieur, j'y trouvai le drift stratifié jusqu'à une hauteur de 500 et 600 pieds au-dessus du lac (le lac lui même étant, comme vous le savez, à 627 pieds au-dessus de la mer). En comparant l'altitude des terres environnantes, il se trouve que toutes les grandes plaines et prairies du Wisconsin, de l'Illinois, et celles de la région au nord-ouest sont à des niveaux plus bas. Or, à moins de supposer un soulèvement tout à fait local des collines de la rive méridionale du lac Supérieur, après le dépôt de l'erratique, ce que rien n'autorise, nous sommes obligés d'admettre qu'à l'époque où ces couches de drift se déposèrent à 500 et 600 pieds au-dessus du lac, le continent tout entier, à l'exception des chaînes de montagnes, était recouvert par les eaux. Une pareille nappe d'eau peut-elle être autre chose qu'une partie de l'Océan?

Les dépôts de sable et de graviers de l'ouest ont cette même apparence ondulée et cette même structure irrégulière qui caractérise les dépôts semblables de la Scandinavie, que nous savons être d'origine marine. Dans les prairies de l'Illinois et du Wisconsin, cette forme ondulée de la surface est si accusée, qu'elle a valu à ces plaines le nom de *rolling prairies* (prairies ondoyantes). Cette forme n'est cependant pas exclusive. Il y a sur les bords des grands lacs des plaines étendues, également dépourvues de forêts, mais parfaitement unies, qu'on désigne pour cette raison sous le nom de *level prairies* (prairies unies). La plaine au bord de laquelle est

située la ville de Chicago, à l'extrémité du lac Michigan, est une prairie de cette espèce.



A. Argile rouge, passant au bleu.
B. Gravier et sable.

Rien qu'à voir l'aspect de ces prairies unies, on sent qu'elles ne peuvent être de même formation que les prairies ondoyantes. Tout le monde semble d'accord pour attribuer leur origine à une ancienne extension des lacs; mais, quant à leur rapport avec le drift environnant, tout le monde était dans le vague, ainsi qu'à l'égard du drift des prairies comparé à celui du lac Supérieur. En conséquence, après avoir terminé mes travaux officiels, je résolus de remonter le lac Michigan, pour suivre les argiles rouges du diluvium du lac Supérieur dans leur prolongement au sud. A Shebaygan et à Milwankee, où le diluvium forme des falaises escarpées de 60 à 100 pieds de hauteur, je retrouvai, en effet, l'argile rouge à la base de la falaise, recouverte par un dépôt de sable et de graviers formant la continuation directe de l'erratique du lac Supérieur. Mais, à mesure que j'avançais au sud, je vis l'argile changer graduellement de couleur, et, de rouge qu'elle était, devenir violette et ensuite bleuâtre, par suite du mélange d'une certaine quantité de schistes noirs, dont les débris viennent s'ajouter à ceux du grès. A proportion que les débris schisteux augmentent, l'argile prend une teinte plus foncée, et à Racine elle est entièrement bleue. C'est cette variété qui a été décrite sous le nom de *blue clay* par plusieurs géologues américains, qui, n'ayant pas observé le passage d'une teinte à l'autre, supposaient qu'elle formait une assise entièrement différente de l'argile rouge. En la rattachant aux argiles du lac Supérieur, j'écartai une grande difficulté, et je pus d'un trait prolonger l'horizon des argiles qui forme la base du diluvium, depuis le lac Supérieur jusque dans les prairies de l'Illinois. Cette continuité d'une même couche sur un espace

de plusieurs centaines de lieues est un trait particulier du diluvium de ce pays, qui n'a point d'analogue en Europe. Ce n'est pas que les argiles manquent absolument dans le nord de l'Europe, mais je doute qu'elles forment nulle part un dépôt bien étendu. Les argiles des bords de l'Elbe, près de Hambourg, appartiennent à cette formation? La preuve que cet horizon argileux forme bien réellement la base du diluvium dans cette région, c'est que l'argile bleue de Racine, aussi bien que l'argile rouge du lac Supérieur, repose sur la roche polie. Quant à la direction des stries, elle est la même le long du lac Michigan qu'au lac Supérieur, du N.-E. au S.-O. C'est en général la direction qui prédomine à l'ouest des Alleghanys, tandis qu'à l'est de cette chaîne de montagnes, particulièrement dans la Nouvelle-Angleterre, la direction prédominante est du N.-O. au S.-E. Ce serait un sujet intéressant que de rechercher jusqu'à quel point la direction des stries est influencée par la direction d'une chaîne de montagnes comme les Alleghanys.

Mais revenons aux dépôts quaternaires du lac Michigan. A partir de Racine (j'ignore si c'est en l'honneur du grand poëte français que cette jolie ville est ainsi nommée), les falaises s'abaissent graduellement, et, avant d'arriver à Chicago, elles ont complétement disparu du rivage, pour faire place à une plaine basse, qui s'étend autour de l'extrémité méridionale du lac. Cette plaine parfaitement unie est la prairie de Chicago, immense plaine au bord de laquelle est située la ville de ce nom. Les matériaux dont se compose cette plaine ne sont plus des graviers ni de l'argile, mais un sable très homogène et fin. En me promenant un jour le long de la falaise qui borde le lac, je remarquai sur la grève quelques fragments d'Unio, qui, bien qu'appartenant à l'une des espèces du lac, avaient l'air d'être fossilisées. Ceci m'engagea à examiner de plus près la falaise, et quelles ne furent pas ma surprise et ma joie de trouver toute une faune fossile enfouie dans le sable. En moins d'une heure, je recueillis 8 espèces de coquilles lacustres, savoir : 4 espèces d'Unio, 1 Paludine, 1 Planorbe, 1 Cyclade et 1 Mélanie, toutes espèces vivant actuellement dans le lac. A la base de la falaise se voyait sur plusieurs points une couche d'argile foncée, sur laquelle étaient gisants des troncs d'arbres et des tiges d'herbes, dont plusieurs étaient enracinées à la surface de l'argile, indiquant que cette surface avait dû être un marais avant le dépôt des couches de sable sus-jacentes. Ce sont les premiers fossiles qu'on ait trouvés dans cette région, et vous voyez qu'ils sont de quelque importance, puisqu'ils établissent le fait qu'au-dessus du drift, dont la couche

d'argile fait partie, se trouve un dépôt lacustre, indiquant une ancienne extension des lacs bien au delà de leurs limites actuelles. Près de Chicago, leurs anciennes limites sont à 5 ou 6 lieues de la ville, et le fait qu'elles sont si accusées est une autre preuve que le drift propre avec ses graviers et sa surface ondulée doit être d'une autre origine. En traversant la grande plaine qui s'étend du lac Michigan au cours supérieur du Mississipi, je rencontrai le long des différents cours d'eau plusieurs autres prairies unies contenant les mêmes coquilles qu'à Chicago. Tel est aussi le caractère des prairies du Mississipi, telles que la prairie du Chien, celle du Sac, la prairie de Muscatine, etc. La différence entre la prairie plate et la prairie ondulée est ainsi une conséquence de leur structure géologique. La prairie ondulée est du drift ou diluvium, et appartient par conséquent au terrain erratique, tandis que la prairie unie est d'argile plus récente et appartient à l'alluvion.

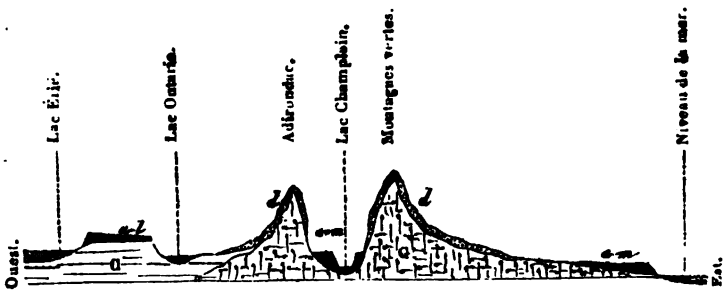
Mon ami M. Whitlesey, à qui j'avais fait part de ma découverte de Chicago, m'écrit qu'il vient de trouver de son côté des coquilles de Paludines et d'Hélicines dans les terrasses du lac Érié, près de Cleveland, à 15 pieds au-dessus du niveau du lac. Ainsi donc les terrasses de Cleveland, sur lesquelles M. Lyell n'avait pas osé se prononcer faute de fossiles, se trouvent être d'origine lacustre. Cette formation lacustre, indiquant une plus grande étendue des eaux douces, me paraît un trait propre de ce continent, qui jusqu'ici n'a point de correspondant en Europe, à moins qu'on ne veuille considérer comme tel le loess du Rhin, que, pour ma part, j'ai toujours été disposé à considérer comme plus récent que le terrain erratique.

Mais voici une difficulté qui se présente. J'ai signalé plus haut les dépôts quaternaires du Saint-Laurent et du lac Champlain comme les seuls contenant des coquilles marines. Ils se composent d'une sorte d'argile marneuse recouverte de couches de gravier, que quelques géologues ont désignées sous le nom de second drift, s'élevant de 200 à 300 pieds au-dessus de la mer. Comme ces dépôts ne sont pas très éloignés de ceux du lac Érié, on se demande naturellement lequel des deux est le plus ancien, des argiles à coquilles marines du Saint-Laurent ou des marnes lacustres du lac Érié. En considérant la position relative des localités sur la carte, et en tenant compte de la hauteur des lieux, la conclusion la plus simple, c'est qu'ils sont contemporains. En effet, supposant que l'écoulement des eaux marines du drift s'est effectué d'une manière graduelle, comme tout semble l'indiquer, rien n'empêche d'admettre qu'après s'être retirées des plaines de l'intérieur, elles ne se

soient maintenues pendant quelque temps à un niveau de quelques cents pieds supérieur au niveau actuel, de manière à déposer les coquilles du lac Champlain et du Saint-Laurent. Elles auraient même pu pénétrer jusque dans le lac Ontario, que le lac Érié, qui est séparé de ce dernier par la grande faille qui donne naissance aux chutes du Niagara, aurait encore été à l'abri de leurs incursions, étant de plus de 300 pieds plus élevé. Sans admettre en tous points la théorie des vagues de mon ami M. Rogers, je suis disposé à admettre avec lui qu'à l'époque où se déposaient les argiles du Saint-Laurent et les dépôts lacustres du lac Érié, la Nouvelle-Angleterre était séparée du continent par un détroit qui faisait communiquer la vallée de l'Hudson avec celle du Saint-Laurent par le lac Champlain. La mer pénétrait en même temps dans les autres vallées de la Nouvelle-Angleterre, et y déposait les coquilles que l'on trouve dans les argiles diluviennes de la plupart de ces fiords, tandis que les grands lacs, plus étendus que de nos jours, déposaient simultanément les dépôts lacustres des prairies unies qui bordent leurs rives. C'était déjà l'époque alluvienne pendant laquelle les Mastodontes se promenaient dans les plaines de l'ouest, qui leur offraient alors (comme elles leur offriraient encore de nos jours) une abondante pâture dans leurs riches forêts et leurs vastes prairies. Sous ce rapport, je suis, comme vous voyez, parfaitement d'accord avec M. d'Archiac. Quant à la destruction des Mastodontes, je ne pense pas qu'il soit nécessaire de supposer un cataclysme ni une convulsion quelconque pour expliquer leur disparition. C'était fort bien quand on croyait que les dépôts erratiques étaient le résultat d'une action momentanée; mais maintenant que le temps ne nous manque plus (chaque nouvelle observation venant en quelque sorte dédoubler l'ampleur de cette époque), je ne vois pas pourquoi il nous faudrait un cataclysme pour expliquer leur disparition, plutôt que celle des Ichthyosaures, des Ammonites, des Spirifer, etc. Je ne pense pas non plus qu'il soit besoin de recourir à un bien violent cataclysme pour expliquer les blocs et graviers qui recouvrent les argiles du Saint-Laurent. Le fait, qu'il existe des blocs à la surface des prairies lacustres, suffit pour nous mettre en garde contre tout appel à des actions violentes, et, autant que cela se peut, je préfère attribuer le transport des blocs à des actions lentes. Peut-être cela est-il plus difficile à l'égard des graviers; aussi ne repoussé-je pas complétement l'intervention de vagues de translation, telles que MM. Darwin et Dana les ont décrites sur les cartes de l'Amérique méridionale et dans les îles de la mer Pacifique. Au reste, ceci est un point secondaire que je

ne prétends pas décider maintenant. Enfin, pour simplifier les choses, je puis affirmer, et je vous prie d'en informer la Société, qu'aucun des dépôts dans lesquels on a signalé des Mastodontes n'est de vrai drift. Les géologues américains de nos jours sont à peu près unanimes pour admettre que l'ère des Mastodontes est postérieure à celle du drift, et, si quelquefois ils emploient le terme de drift en parlant des Mastodontes, c'est comme un terme général, par opposition au terrain tertiaire.

Si ces vues sont correctes, nous aurions ainsi, dans la partie septentrionale des États-Unis, une alluvion lacustre et une alluvion marine (le second drift), qui seraient *contemporaines*, et toutes deux postérieures au drift proprement dit ou terrain erratique, ainsi que le représente grossièrement la coupe suivante :



Le drift, dans la coupe ci-jointe, se trouve limité aux flancs des montagnes, dont le niveau est supérieur à celui de l'alluvion; mais il n'est pas rare de le trouver *au-dessous* de l'alluvion.

En rapportant ainsi les argiles du lac Champlain et du Saint-Laurent à la période alluvienne, les vastes dépôts de drift, ou de l'erratique proprement dit, se trouvent dépourvus de toute trace de vie organique, et l'on est conduit à penser que les animaux d'eau douce, les coquilles marines et les Mastodontes ont fait leur apparition *simultanément*, *après* que les eaux diluviennes se furent retirées de l'intérieur du continent. C'est également à la période alluvienne qu'il faut rapporter les falaises du cours méridional du Mississipi, ainsi que le post-pliocène des côtes de l'Atlantique.

A la suite de cette lecture, M. Élie de Beaumont fait observer que si, partout où il y a des blocs striés, il faut admettre

la présence d'anciens glaciers, on devra admettre cette présence sur une grande partie de l'État de l'Ohio, dont la surface est recouverte de blocs anguleux striés, ou bien il faut reconnaître qu'il y a des stries qui ne doivent pas leur origine à des glaciers.

M. Martins répond qu'il ne peut rien affirmer pour cette partie de l'Amérique, qu'il n'a pas visitée; mais qu'en thèse générale, partout où il trouvera des surfaces polies et striées, des cailloux rayés et des blocs anguleux, il admettra l'action des glaciers, qu'il croit seuls capables de produire ces effets. Si un caillou est roulé par un torrent sur un espace de 200 mètres, il s'arrondit entièrement, et perd toute trace de stries. M. Martins rappelle, à ce sujet, l'expérience de M. Collomb, qui, en faisant rouler dans un tonneau des roches préalablement striées, leur fait perdre, au bout de douze heures, toute trace de striation.

M. Élie de Beaumont dit que cette expérience n'est concluante que dans le cas où les cailloux peuvent tourner sur eux-mêmes, soit libres, soit dans une eau qui leur permet ces mouvements; mais si ces cailloux sont portés sur des blocs, dans le cas, par exemple, de masses boueuses transportées par les *nants sauvages*, les avalanches, etc., il y a des cailloux striés et des roches striées.

M. Martins ne croit pas que les torrents boueux puissent acquérir une grande vitesse.

M. Élie de Beaumont dit que, si la pente est considérable, l'eau peut acquérir une vitesse considérable, tout en se chargeant de matières solides.

M. Ch. Deville cite, à l'appui de la grande vitesse que peuvent acquérir des masses boueuses descendues sur de fortes pentes, le fait décrit par lui (1), d'un torrent de la Guadeloupe dont les eaux, momentanément barrées par des éboulements survenus après le tremblement de terre du 8 février, se sont écoulées avec un grand fracas et une grande rapidité, entraî-

(1) *Observations sur le tremblement de terre éprouvé à la Guadeloupe, le 8 février 1843*, p. 20.

nant des masses énormes de boue, des blocs et des troncs d'arbres.

M. Martins dit qu'en admettant la possibilité de cette grande vitesse, les stries qui en pourraient résulter seraient confuses, et ne pourraient présenter un parallélisme tellement régulier qu'il semble provenir des traces d'un laminoir.

M. Murchison croit, au contraire, que ces traces régulières peuvent s'expliquer sans l'intervention des glaciers. Dans une des vallées du canton de Glaris, qu'il parcourait avec M. Escher de la Linth, et dont une gorge étroite contenait un amas de *diluvium* parfaitement caractérisé, avec des cailloux arrondis et des roches striées, M. Murchison a observé le fait suivant. Une grande masse de ce diluvium, placé en surplomb, étant venu à tomber d'une assez grande hauteur, il en résulta, par suite de son frottement sur les roches inférieures, de très nombreuses stries verticales qui venaient grossir régulièrement les stries préexistantes, et qui n'en différaient absolument que par une moindre profondeur. Les détails, observés avec soin et comparativement, étaient d'ailleurs parfaitement semblables. On peut donc conclure que les causes existantes produisent les mêmes effets, seulement avec une moindre intensité.

M. Martins croit avoir eu entre les mains des échantillons provenant de cette localité, et envoyés par M. Escher, et il ne lui a pas paru que la similitude fût aussi grande entre les stries produites dans ces deux circonstances.

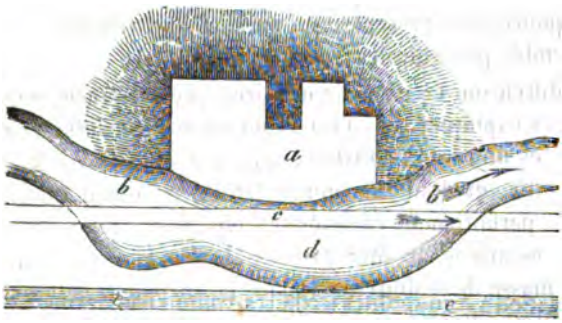
M. Murchison ajoute, relativement au fait principal énoncé dans la lettre de M. Desor, que M. Agassiz ne semble pas partager l'avis de ce dernier sur le mouvement alternatif de soulèvement et de dépression qu'aurait subi le sol de la contrée; car, dans son dernier ouvrage, il annonce que toutes ces terrasses sont dues à des élévations de bas en haut.

M. d'Archiac communique la lettre suivante de M. Ch. Gomart (de Saint-Quentin) :

La tranchée d'un mamelon situé au sud de la ville de Saint-Quentin, le long du chemin de fer, et dont les matériaux ont servi au remblai de la voie, a présenté une coupe complète de l'alluvion ancienne qui atteint en cet endroit une épaisseur très

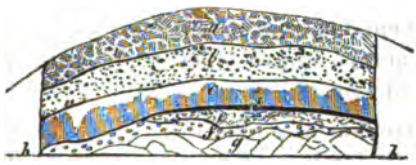
considérable. Les figures ci-jointes représentent l'une le plan, l'autre le profil de l'exploitation.

Plan du champ Buzeron.



a Déblai.
b Ancien lit de la rivière de Somme.
c Chemin de fer (remblai à travers l'étang d'en bas).
d Étang d'Isle, dit : d'en bas.
e Nouveau lit de la rivière de Somme.

Profil et coupe des déblais.



a Alluvion ancienne jaune.
b Alluvion mélangée de nodules calcaires.
c Alluvion ancienne d'une teinte plus foncée.
d Lignites.
e Marne sableuse feuilletée.
f Marne à gros grains.
g Craie blanche et jaune.
h Ligne de niveau d'eau.

Le diluvium de cailloux roulés manque complétement.

C'est dans la partie supérieure de la couche d'argile mélangée de calcaire, à 12 mètres environ au-dessous du sol, et à 3 mètres au-dessus de la craie, qu'ont été trouvés en assez grande quantité des os fossiles examinés par M. Laurillard, et rapportés aux genres *Equus*, *Bos*, *Cervus*, *Meles*, *Vulpes* et *Felis*. M. Gomart croit aussi pouvoir rapprocher du genre Hippopotame un humérus qu'il a recueilli dans le même gisement.

M. Fauverge présente les observations suivantes :

Il y a déjà longtemps que j'ai fait quelques observations sur le dépôt à Nummulites du département de l'Aude ; elles m'ont servi à faire un travail que je n'ai pas publié, parce qu'il était très

incomplet, et ce n'est pas après les communications qui ont été faites à la Société, sur ce même sujet, par d'éminents géologues, devant l'autorité desquels je m'incline, que je serai moins circonspect. Aussi me bornerai-je à émettre, avec une extrême réserve, une opinion fondée sur les communications de ces mêmes géologues, ainsi que sur mes propres observations.

Je me range à l'avis de M. Tallavignes, sur ce point que les Nummulites du département de l'Aude appartiennent aux terrains secondaire et tertiaire ; mais je ne pense pas comme lui sur la distribution de ses systèmes.

D'après moi, une formation composée du système alaricien, des sédiments à Nummulites de la montagne Noire, et des gisements de Bize et de Balaruc (Hérault), se déposait lorsque le soulèvement des Pyrénées a changé la disposition du bassin où s'est ensuite opérée la formation à Nummulites tertiaires, comprenant les deux types des Corbières de M. Tallavignes. Cette formation tertiaire constitue seule le dépôt nummulitique que l'on voit en Catalogne tout à fait à la base des Pyrénées, et qui peut-être, comme le présume M. Tallavignes, s'étend de Roses à Pampelune; ainsi je pense qu'en général, à l'extrémité orientale des Pyrénées, la formation nummulitique secondaire est le plus près de la chaîne.

Les difficultés qu'a eues à vaincre M. Tallavignes dans l'étude détaillée qu'il a faite avec tant de soin des divers groupes à Nummulites du département de l'Aude sont dues surtout aux soulèvements et aux dislocations que le pays a éprouvés pendant l'époque tertiaire. Ces dépôts furent alors tellement bouleversés, qu'il est difficile de s'appuyer sur des bases solides et de ne pas accorder quelque peu à la conjecture. C'est ce qui a fait que M. Tallavignes, tout en répandant un grand jour sur le dépôt à Nummulites de ce pays, a placé dans son système ibérien les gisements nummulitiques de la montagne Noire, de Bize et de Balaruc. J'ai habité pendant seize ans les départements de l'Aude et de l'Hérault, j'y ai fait bien des courses géologiques; c'était, à la vérité, à une époque où la géologie était loin d'être ce qu'elle est aujourd'hui. Lorsque j'ai fait mes observations dans le département de l'Aude, j'ai sans cesse été dans le doute sur la classification des terrains qui en étaient l'objet. M. Tournal fils, qui s'est occupé avec beaucoup de zèle et de succès de géologie, n'avait pas encore fait son travail sur le bassin inférieur de l'Aude et de la Berre ; les montagnes de la Clape, qui évidemment sont de l'époque crétacée, étaient classées dans le lias par des géologues, qui, d'ailleurs, avaient fait d'excellentes observations; mais quel que soit le point où en était la science à

cette époque, mes études dans un grand nombre de localités, et mes remarques sur la nature et l'aspect général de chaque terrain, doivent conserver leur valeur, et peuvent, à défaut de preuves, servir d'indication. C'est le rapprochement de ces observations de ce qui a été dit à la Société sur le dépôt à Nummulites du département de l'Aude, qui me porte à placer l'étage nummulitique de la montagne Noire, de Bize et de Balaruc, dans le terrain secondaire.

La disposition des groupes qui nous occupent est telle, qu'il est absolument impossible de recourir à la superposition, qui sans contredit donnerait la solution du problème; les fossiles, qui sont généralement d'une grande importance dans la classification des terrains, ne sont ici que d'un faible secours : car, comme il n'y a aucune espèce rigoureusement caractéristique de chaque formation, on est obligé de recourir aux espèces habituelles. Restent maintenant l'aspect et la nature du terrain. A ce sujet, M. Tallavignes lui-même, après avoir constaté les rapports qui existent entre les fossiles du type de la montagne Noire et ceux du type des hautes Corbières, dit en parlant de ce dernier étage : « Le facies est ici » différent, et l'on peut reconnaître que les conditions du dépôt » ont été également différentes. »

D'un autre côté, M. Leymerie dit dans une note lue à la Société dans la séance du 14 janvier de cette année, et où il est question du mémoire de M. Tallavignes, que non seulement le mont Alaric ne renferme pas de fossiles crétacés, mais qu'il offre des espèces de la montagne Noire; il cite la *Terebratula montolerensis*, « et plu- » sieurs de ces couches, dit cet observateur, sont pétries de Num- » mulites et d'Alvéolines identiques avec celles qui caractérisent » cette bande latérale de l'épicrétacé. » Je dirai que cette différence du facies et des conditions du dépôt me paraît beaucoup plus grande que celle qui existe entre le type de la montagne Noire et celui du mont Alaric.

En outre, si l'on considère que l'*Ostrea gigantea*, le *Cerithium acutum* et le *Turritella imbricataria*, que l'on peut mettre au rang des espèces les plus habituelles du système ibérien en Catalogne, le sont aussi, d'après M. Tallavignes, de son type des hautes Corbières, et que le type des basses Corbières est caractérisé par deux de ces trois espèces, tandis qu'aucune d'elles n'est citée par ce géologue dans ses espèces habituelles et caractéristiques de son type de la montagne Noire, la ligne de démarcation naturellement prendra sa place entre le type de la montagne Noire et le système général des Corbières, qui, pour moi, est le seul à Nummulites tertiaires.

Je vais terminer par quelques mots sur la dénomination d'*épi-*

crétacé proposé par M. Leymerie. Il est évident que le système alaricien est placé par MM. Dufrénoy, Leymerie, Tallavignes et Raulin, à la partie inférieure du terrain secondaire; quelles que soient les dénominations dont se servent ces géologues pour le désigner, ils sont d'accord pour le placer immédiatement avant le soulèvement des Pyrénées. Eh bien, s'il est vrai, comme le croit M. Leymerie, que le mont Alaric ne renferme pas de fossiles crétacés, je ne vois pas pourquoi on n'admettrait pas pour ce système la dénomination d'*épicrétacé*, qui indique si bien la place qu'il occupe. Certainement on ne doit donner aucun nom sans nécessité; mais il en faut un pour chaque époque distincte, pendant laquelle un même ordre de phénomènes a eu lieu.

M. Fleury fait la communication suivante :

Notice sur un conglomérat coquillier observé à Saint-Martin (Antilles), par M. le docteur Fleury.

Notre confrère, M. le docteur du Chassaing, a publié en 1847 une notice sur les terrains de la Grande-Terre (Guadeloupe). Dans ce travail il parle, sous le nom de roche à Galibis, d'Anthropolithes, d'un conglomérat coquillier, dont il a observé la formation sur divers points, et notamment au Moule.

Chef du service de santé à Saint-Martin, l'une des Antilles, pendant l'année 1847, j'ai été frappé de la puissance qui préside à la formation de ce dépôt marin, et du rôle important qu'il a dû et doit jouer encore dans la configuration des rivages où il se forme.

Dans le rapport que chaque chef de service est tenu de faire à la fin de l'année, j'ai consigné le résultat de mes recherches sur ce dépôt marin.

Constamment éloigné de la France depuis l'année 1840, et aux Antilles depuis 1846, je n'avais pas, à l'époque de mon séjour à Saint-Martin, connaissance des remarquables leçons faites par M. Élie de Beaumont sur la formation des cordons littoraux, sur le rôle joué par ce qu'il a appelé l'appareil littoral dans la création des étangs, lagunes, etc. Mon ignorance, bien excusable, alors que j'étais perdu sur cet îlot, si éloigné du foyer scientifique, aura à vos yeux un avantage, celui de m'avoir laissé dégagé de toute idée théorique, en face des faits soumis à mon observation; et, si les conclusions tirées de cet examen ne révèlent aucun fait nouveau, elles seront au moins une consécration de la sagacité et de l'universalité des lois géologiques formulées par M. Élie de Beaumont.

L'île Saint-Martin, située par 18° 4′ 28″, appartient moitié à la France, moitié à la Hollande. Un massif montagneux courant presque N. et S., quelques vallées étroites, terminées à leurs pentes inférieures par des lambeaux de terrain horizontal, auquel on ne peut donner que par extension le nom de plaines, plaines découpées par des étangs salins, tel est l'aspect général du pays, qui emprunte à la ceinture presque continue formée par ces étangs quelque chose de particulier, qui donne au pays une physionomie propre.

Partout où existent ces étangs, au nombre de plus de vingt, on peut constater qu'ils ne sont séparés de la mer que par des chaussées généralement étroites : ici assez élevées, et formées d'un mélange de sable coquillier et d'alluvions terrestres, et couvertes d'une ceinture épaisse de mancenilliers (*Hippomane mancenilla*) et de raisiniers (*Coccoloba uvifera*); là peu élevées, ou placées au niveau même de la mer, et découvrant à marée basse. Plusieurs de ces étangs doivent leur existence à des dépressions du sol, où viennent s'accumuler les eaux pluviales; ils se dessèchent pendant l'hivernage. Nous ne nous en occuperons pas.

Les autres ne se dessèchent jamais complétement; leurs eaux diminuent pendant la saison sèche par l'influence de l'évaporation, qui est très active sous un climat chaud et sec, et forment ainsi des salines naturelles, qui sont une source de richesses inépuisables pour le pays. Parmi ces étangs, celui de Simson's-Bay a une profondeur considérable; il pourrait, si l'on pratiquait un chenal dans la vallée qui le sépare de la mer, recevoir des bâtiments d'un fort tonnage Bien évidemment ces immenses étangs, dits d'Orléans, de Philisbourg, de Simson, etc., faisaient autrefois partie de la mer; leurs rivages, qui s'étendent jusqu'aux pieds des premières pentes de la chaîne montagneuse centrale, étaient les rivages de la mer; les cailloux roulés que l'on rencontre encore en fouillant le sol sont trop volumineux pour avoir été transportés par leurs eaux toujours calmes. Voyons donc par quel mécanisme ces baies profondes ont été séparées complétement de la mer, et converties en étangs. Nous étudierons l'étang de Simson's-Bay, et les considérations qui ressortiront de cette étude seront applicables aux autres.

Le massif connu aujourd'hui sous le nom de terres basses formait un îlot séparé dans l'ouest de Saint-Martin, à environ 5 milles de distance. L'étang de Simson's a été formé tout entier aux dépens du bras de mer qui formait la séparation. Ce bras de mer était dans le sud, où les calcaires des terres basses formaient une

pointe allongée dans la direction de Saint-Martin, et du N.-O. au S.-E. était largement ouvert dans le nord, entre la pointe nord des terres basses, Pointe à Burgaux, et la pointe du morne du fort Marigot, autre îlot isolé, mais très rapproché du massif central.

Deux îlots élevés, connus aujourd'hui sous les noms de Round-Heel et de Neettle-Heel, surgissaient entre ces deux pointes. Pour plus d'exactitude, considérant le morne du fort comme un troisième îlot, nous devons établir les deux points extrêmes du bras de mer entre le cap Burgaux et la pointe Hencock, points qui auraient été rattachés l'un à l'autre par ces îlots, disposés suivant une ligne courbe dont la concavité regardait le nord. L'eau devait avoir moins de profondeur aux environs de ces îlots, et les bas-fonds qui les rattachaient l'un à l'autre, arrêtant les matières apportées par le flot, ont dû se couvrir des dépôts sous-marins qui peu à peu sont arrivés à la surface, et ont formé cette immense digue non interrompue qui a réuni les terres basses à l'île. Cette marche est celle que suivent les atterrissements marins partout où ils se forment. Tous les jours nous voyons des sables, des cailloux roulés accumulés sur nos rivages former des cordons littoraux, et rendre peu à peu impraticables, par l'exhaussement graduel du fond, des passages qui donnaient autrefois accès dans des ports; mais ici cette marche présente une particularité remarquable, sous le rapport de la nature, de la composition de ces atterrissements. En effet, à peine formés, ils acquièrent rapidement une dureté considérable. Les matériaux de toutes sortes apportés par la vague, sables, cailloux, débris de coquilles, d'animaux, débris de l'industrie humaine, sont saisis, emprisonnés par un liquide agglutinant, et donnent naissance à un conglomérat très solide, à un véritable béton. Dans les points du rivage où les flots toujours agités peuvent transporter des matériaux volumineux, ce conglomérat offre à s'y méprendre l'aspect d'un travail fait par la main de l'homme, d'une maçonnerie : aussi les nègres, dans leur langage quelquefois si pittoresque, lui ont-ils donné le nom de *maçonne à bon Dieu*. Il est facile de reconnaître que ce mortier ainsi travaillé, agencé par les mains de la nature, est presque entièrement formé de fragments de coquilles; il en est de même du sable que l'on rencontre sur le littoral, où il forme des dunes élevées. Il fait une vive effervescence dans les acides, et après leur action il reste quelques rares particules inattaquées de feldspath et de roches ignées, etc. Au fond des baies protégées contre la haute mer, ce produit arénacé, formé de matériaux plus ténus, présente une homogénéité qui permet de l'employer avantageusement comme

pierre à bâtir. Les habitants du pays le désignent sous le nom de pierre de sable. J'ai déjà dit que cette formation avait lieu d'une manière incessante et rapide. J'ai constaté ce fait à diverses reprises, et notamment dans l'anse des Princes, située dans le nord des terres basses, où cette formation a une grande puissance. La mer, souvent agitée par des ras de marée, y transporte des matériaux d'un volume considérable. J'étais allé à cette anse dans les premiers jours de mars 1847; j'y retournai dans le courant de décembre de la même année; dans cet intervalle il y avait eu plusieurs ras de marée, et notamment le 21 août. En parcourant la ceinture, cordon littoral formé autour de l'anse par la pierre de sable, je trouvai des ossements de bœuf, et en particulier une corne, qui étaient fortement fixés par leurs points de contact, et déjà enchâssés dans le sédiment; plus loin, je rencontrai des débris de bâtiments, un clou entre autres, qui étaient également saisis et fortement agglutinés. Quelques mois avaient suffi pour la production de ce fait, qui ne peut laisser aucun doute; car rien de semblable n'existait lors de ma première excursion. Ajouterai-je enfin que j'ai souvent rencontré les débris végétaux de branches de raisinier engagées dans le conglomérat, et n'ayant subi aucune altération appréciable, ayant conservé tous les caractères d'une branche récemment arrachée de l'arbre? C'est ce produit arénacé, véritable calcaire coquillier, qui forme la base de ces immenses chaussées, qui ont rattaché à l'île principale tous les îlots environnants, enserrant entre elles ces vastes étangs dans lesquels vivent les mollusques et les poissons existants dans la mer qui les environne. Dans l'étang de Simson's, on trouve, en particulier, les espèces suivantes : *Ostrea pentadina*, *Nerita sanguinolenta*, *Strombus giganteus*, *Oliva*, *Ovula gibbosa*, etc. Parmi ces étangs, les uns n'ont plus aucune communication avec la mer; d'autres ont conservé ces communications par un étroit chenal, qui permet encore aux barques d'un faible tirant d'eau d'y venir chercher un refuge contre le mauvais temps. Ces différences tiennent à des influences de localité. Ainsi, partout où une grosse houle, habituellement existante, permet aux eaux de la mer de s'élever à une certaine hauteur, le poudingue coquillier s'est formé jusqu'au niveau le plus élevé atteint par le flot, et a fini par établir une barrière infranchissable, augmentée encore par les sables amoncelés par les vents. L'étang salin de Philisbourg est dans ce cas; aussi faut-il y pratiquer une ouverture pour renouveler les eaux salines épuisées par la cristallisation. Il en est de même des salines de la Grande-Case.

Ceux d'Orléans, de Simson's communiquent encore avec la mer

par des ouvertures étroites peu profondes, entretenues par un courant ascendant et descendant isochrone aux marées; mais nul doute qu'un jour ces ouvertures finiront par se combler, et que ces étangs subiront à la longue la transformation que nous voyons s'opérer dans ceux qui n'ont plus aucune communication avec la mer. Les débris arrachés à la montagne et les détritus végétaux ont empiété peu à peu sur leurs rivages, et les plaines couvertes d'habitations, de riches champs de cannes, qui existent entre ces étangs et le pied de la montagne, ont dû leur existence à ce travail. C'est ainsi qu'a été formée la plaine alluviale sur laquelle est bâti le bourg du Marigot. Cette plaine, qui a joint l'îlot du fort à l'île principale, s'est formée aux dépens de la mer qui baignait le pied de la montagne depuis la pointe Hencock jusqu'au mont Fortune.

En face de ce dernier, et à peu de distance dans la mer, était l'îlot de Round-Hill, flanqué à droite et à gauche par Neettle-Heel et l'îlot du fort.

Une jetée de calcaire coquillier s'est formée de la pointe à Burgaux à Neettle-Heel, de Neettle-Heel à Round-Hill, de Round-Hill à l'îlot du fort, et de ce dernier à la pointe Hencock, enserrant ainsi avec une autre jetée partie de la pointe sud-est des terres basses un vaste amas d'eau qui ne communiquait plus avec la mer que par deux canaux étroits, l'un dans le nord, près de la pointe à Burgaux, comblé depuis une trentaine d'années, l'autre dans le sud, près de la pointe aux Pélicans, qui tend lui-même à se combler tous les jours. L'eau couvrait donc tout l'espace compris entre les terres basses, les deux jetées en voie de formation et le pied de la montagne, depuis le quartier de Coll-Bay jusqu'à la pointe Hencock.

Les alluvions terrestres qui s'accumulaient sur le rivage ont peu à peu atteint l'îlot du fort. Alors la tête de cette immense lagune s'est trouvée coupée, et a formé un étang séparé qui existe encore aujourd'hui sous le nom d'étang de Gallow's-Bay. Il occupe la partie basse de la plaine comprise entre le morne du fort et la pointe Hencock. La digue très puissante jetée entre ces deux points a interrompu toute communication avec la mer; aussi n'est-il plus alimenté que par les eaux pluviales, et se rétrécit-il tous les jours.

Ce travail d'envahissement du sol sur les étangs est puissamment favorisé par la végétation exubérante qui couvre leurs bords. Les arbres qui la composent sont de plusieurs espèces, mais désignées sous le nom général de palétuviers, à cause d'un caractère qui leur est commun, celui de ne vivre que sur les terrains inondés par

l'eau salée. Ces arbres se multiplient par racines aériennes, naissant toujours en grand nombre des branches qui s'étendent au-dessus de l'eau; les racines s'enfoncent dans l'eau pour gagner le fond, et vont y prendre racine jusque par 4 et 5 pieds de profondeur. Alors la branche qui leur a donné naissance s'allonge de nouveau, et envoie une nouvelle racine aérienne destinée à lui donner un point d'appui, à la nourrir, et à devenir elle-même un nouveau tronc. Le lacis épais formé par cet entrecroisement de branches, de racines aériennes, forme comme un pont sur lequel on peut s'aventurer assez loin au-dessus de la surface de l'eau.

Un examen consciencieux, approfondi, ne m'a laissé aucun doute sur l'influence que j'attribue au calcaire arénacé, privé de sable, sur la configuration des terrains où il se forme. La ceinture puissante jetée tout autour de notre île, et surtout là où existaient autrefois des baies profondes, s'accroît tous les jours avec une grande activité, et doit à la longue reculer les bornes du domaine de la mer. Cette formation est puissante à Tintamare, à l'Anguille, à la Guadeloupe. A Saint-Thomas, elle a rendu impraticable une des entrées du port en comblant la passe qui séparait dans le S.-O. l'île principale de l'îlot placé à l'entrée du port.

Quelle est la cause physique ou chimique qui détermine la consolidation si rapide des éléments qui, par leur agglomération, constituent ce dépôt arénacé? Evidemment cette cause, en dehors de ses caractères chimiques, est inhérente aujourd'hui aux mers des régions tropicales, et le raisonnement conduit à regarder la grande quantité de mollusques à coquilles qui vivent près des rivages de ces mers, comme jouant un rôle dans les effets produits par cette cause. Le sable qui couvre ces rivages est formé en totalité par les débris de ces coquilles.

La matière animale qui entre dans leur composition exerce-t-elle une action sur les sels en dissolution dans l'eau de la mer? Se forme-t-il une combinaison entre l'albumine et les sels calcaires, un albuminate de chaux, dont la consolidation rapide expliquerait la formation du conglomérat aux dépens de l'albumine des coquilles et des sels calcarifères contenus dans l'eau de mer? Je ne me hasarderai pas à accorder la moindre importance à cette supposition; mais j'ai dû chercher une autre explication que celle donnée par M. le docteur Duchassaing, qui attribue la formation de ce conglomérat au carbonate de chaux entraîné par les eaux pluviales. « Les eaux pluviales, dit-il, descendant du haut des mornes qui » dominent les plages marines, filtrent à travers les roches calcai- » res et se chargent de carbonate de chaux qu'elles leur enlèvent;

» étant arrivées sur la plage, au moyen de ce carbonate de chaux » elles agglutinent les grains de sable, etc.... » Cette théorie, applicable à la rigueur à certains points de l'île, où des falaises calcaires s'élèvent derrière le cordon littoral, ne peut certainement pas être invoquée pour expliquer la formation de l'immense jetée que j'ai décrite. Entre la pointe à Burgaux, Neettle-Heel, Round-Hill, le morne du fort, et la pointe Hencock, où n'existent que des produits ignés et des sédiments siliceux, que j'ai décrits dans mon rapport sous le nom de sédiments silicifiés, cette jetée, qui n'a pas moins de 8 kilomètres de longueur sur une largeur d'un demi-kilomètre, ne peut avoir pris naissance sous l'influence signalée par M. Duchassaing. L'étang qui se déploie entre elle et l'île est d'une largeur considérable, plus d'un mille, et a en outre, comme je l'ai déjà dit, une très grande profondeur. Comment admettre, dès lors, que les eaux pluviales puissent conserver cette influence après leur mélange avec une masse d'eau salée aussi considérable? Et du reste, s'il en était ainsi, le dépôt arénacé se formerait en dedans du cordon littoral, ce qui n'a pas lieu. Les lagunes, ainsi que je l'ai déjà signalé, se rétrécissent peu à peu par l'apport des matériaux arrachés au sol environnant, tandis que la chaussée qui les sépare de la mer s'accroît en largeur du côté de la lagune par l'apport de ces mêmes alluvions terrestres, et du côté de la haute mer par la formation incessante de la pierre de sable.

La théorie du docteur Duchassaing doit donc être repoussée, même pour les localités où des montagnes calcaires se dressent derrière le cordon littoral, puisque nous voyons cette formation arénacée se développer avec une grande puissance dans les localités qui se refusent complétement à l'application de cette théorie. Celle que je propose est-elle plus admissible? Je ne la produis que pour la soumettre à votre appréciation.

M. Michelin rappelle que, dans une note précédemment lue à la Société, M. Duchassaing, après avoir décrit ces terrains modernes et la rapidité de leur formation, admet aussi que les Millépores et les Serpules sont les agents de consolidation.

M. Delanoüe demande si M. Fleury a constaté la présence de matières animales; il pense que les terrains dont il vient d'être question sont le résultat de concrétions ordinaires.

M. Alc. d'Orbigny, qui a eu l'occasion d'observer de nombreux fragments de ces roches, pense que la matière calcaire est ici le seul agent d'agglutination.

Cet avis est partagé par M. Constant Prévost, qui a observé au cap Passaro, et dans une foule d'autres localités, ces agglutinations de sable par des filets d'eau chargés d'acide carbonique.

M. d'Archiac objecte que, dans la *tangue* des côtes de la Manche, il n'y a pas agglutination; cependant il y a du carbonate de chaux; il faut donc une circonstance particulière.

M. Élie de Beaumont dit qu'une condition essentielle, c'est que les côtes d'où proviennent les eaux soient calcaires; ce n'est pas le cas pour les tangues qui se trouvent auprès de côtes schisteuses.

M. Deville ajoute qu'une autre condition importante est une température élevée. Ces phénomènes d'agglutination, qui n'ont pas lieu dans les latitudes de la Manche, sont déjà très sensibles sur les côtes de la Sicile et de l'Algérie, et prennent un développement considérable aux Antilles et dans les îles équatoriales.

M. Bourjot signale que toutes les sculptures assez remarquables par leur exactitude, quand elles représentent des objets réels et non fantastiques, exposées au Musée mexicain, sont de trachytes, de laves poreuses, qui rappellent tout à fait les trachytes des Égravats, vallée du Mont-Dore, et de laves domitiques très semblables aux laves poreuses du Puy de Pariou et du Puy de la Poule. Il faut que les populations qui ont produit ces signes bien anciens des arts, et qui ont un aspect un tant soit peu phrygien, aient été privées de matériaux plus faciles à sculpter que les trachytes et les laves. C'est comme si à Naples on prenait, pour sculpter des plaques de colliers et de bracelets, des morceaux de lave au lieu de carbonate de chaux alpin. Cela deviendrait, du reste, un signe archéologique des lieux et des vallées particulières qu'habitaient ces peuples américains.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Raulin :

Réponse aux Observations critiques de M. Leymerie (1) *sur une note intitulée : Quelques mots encore sur le terrain à Nummulites* (2), par M. V. Raulin.

Ma réponse à M. Leymerie sera courte, parce que, ne me préoccupant nullement de la forme de ses critiques, j'irai droit au fond, et seulement pour ce qui me concerne spécialement, laissant à mes autres confrères attaqués à se défendre et à traiter des questions générales, qui sont de leur compétence plus que de la mienne, puisque je n'ai encore fait qu'*entrevoir* le terrain à Nummulites des Pyrénées, et *parcourir* quelques uns des mémoires qui en traitent.

Les différentes parties de ma *Réponse* se suivront exactement dans le même ordre que celles de la *Critique* de M. Leymerie.

Ma traversée des Basses-Corbières, faite en deux jours, m'a suffi, en effet, pour reconnaître dans ce que M. Leymerie a appelé en 1843 *terrain épicrétacé*, deux groupes bien distincts sous le rapport de la composition minéralogique, le système rouge de l'Alaric, et celui des marnes noires du Rabe, et pour, de retour à Bordeaux, me faire une opinion sur la valeur de la classification proposée par M. Tallavignes pour cette région, et généralisée ensuite par lui à toute la chaîne des Pyrénées, d'après l'étude qu'il avait pu faire des collections de ces montagnes recueillies par M. Dufrénoy. Quant à faire, pour le Midi, rentrer tout dans le cadre établi d'après les études faites aux environs de Paris et de Londres, je ne puis prévoir ce à quoi je serai amené plus tard; mais aujourd'hui, après quatre années d'études, je n'aperçois encore rien qui soit en opposition formelle dans les grands traits généraux des terrains jurassique, crétacé et tertiaires de l'Aquitaine.

Les raisons qui m'ont engagé à rapporter à la craie le système rouge de l'Alaric sont : sa position à stratification discordante sous le système des marnes noires nummulitiques éocènes du Rabe, l'analogie de sa composition minéralogique avec celle du terrain de la partie des Corbières située entre Sigean et Fontjoncouse, que M. Leymerie rapporte, avec tous les géologues, au terrain crétacé; enfin dans la liste de fossiles donnée par M. Tallavignes (3), l'ab-

(1) *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. VII, p. 90. 1850.
(2) *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. VI, p. 531. 1849.
(3) *Bull. de la Soc géol. de Fr.*, 2e série, t. IV, p. 1141. 1847.

sence complète d'espèces éocènes certaines, et la présence d'Échinides crétacés. Quant aux couches à Nummulites et Alvéolines qui se trouvent sur les flancs de l'Alaric, je les ai vues en allant de Pradelles à Monze et à Fontiers-d'Aude : mais la différence de composition minéralogique, et la présence même de ces fossiles et de l'*Ostrea gigantea* me les font considérer comme les couches les plus inférieures du système des marnes noires du Rabe, système auquel je rapporte, avec M. Tallavignes, le terrain à Nummulites de la Montagne-Noire, qui ne me paraît avoir aucuns rapports minéralogiques et paléontologiques avec le système rouge de l'Alaric, que M. Leymerie voudrait lui associer. Les couches à Hippurites des Corbières dont parle M. Leymerie se rapportant, par leurs espèces, à la troisième zone de Rudistes de M. Alcide d'Orbigny, qui correspond à la partie supérieure de la craie chloritée, je ne comprends pas pourquoi on ne devrait pas considérer le système de l'Alaric comme la partie supérieure du terrain crétacé, la craie blanche du Nord, en un mot, et le mettre à peu près en parallèle avec la craie de Saint-Marcet, qui contient bien aussi, d'après M. Leymerie, le *Spherulites Ponsiana* de la troisième zone, mais qui, par ses fossiles analogues à ceux de Maestricht, me paraît, ainsi qu'à M. Hébert (1), représenter la partie supérieure du terrain crétacé, et non les couches à Hippurites des Corbières. Pour ma part, je ne vois rien qui s'oppose à ce que l'on mette en parallèle le système rouge de l'Alaric, la craie de Saint-Marcet, et, comme je l'ai dit le premier, les *marnes à Térébratules* du bassin de l'Adour.

Ce que j'ai dit relativement à la partie élevée montagneuse des Pyrénées est basé sur la note de M. Tallavignes, qui a étudié les collections rapportées par M. Dufrénoy, et qui n'y a trouvé aucun fossile ibérien (ou éocène), sur la lecture que j'ai faite du mémoire de M. Dufrénoy, et sur des échantillons que je possède du cirque de Gavarnie. Ma note faisant partie de la séance du 4 juin 1849, j'ai le droit de m'étonner que M. Leymerie vienne me faire, en quelque sorte, le reproche de n'avoir pas su deviner qu'au mois d'août suivant (comme il a bien voulu m'en faire part dans une lettre qu'il m'écrivait de Luz le 25 du même mois, et qui est remplie des détails les plus intéressants sur ses excursions dans ces montagnes) il découvrirait au Mont-Perdu des Nummulites qu'il considère comme identiques avec celles d'Aurignac, où je n'ai pas

(1) *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. VI, p. 568 à 571. 1849.

eu occasion d'en rencontrer, et qu'il identifie maintenant avec celles de la Montagne-Noire. S'il en est ainsi, il y aura certainement lieu pour moi de revenir sur une partie de ce que j'ai dit; mais on comprendra facilement que j'attende que j'aie pu explorer moi-même les Pyrénées avant de dire un mot de plus sur un point particulier de leur géognosie, et sur l'époque de leur élévation. Je me garderai bien, dans une circonstance aussi délicate, d'imiter mon collègue, qui, avant d'avoir étudié les terrains tertiaires du S.-O. de la France, vient exprimer les *préventions* qui ont pris naissance dans son esprit en août 1848, lorsque je lui communiquai les épreuves de mon *Nouvel essai d'une classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine.*

Il arrive souvent qu'un observateur qui étudie à plusieurs reprises une localité n'y trouve pas ce qu'un autre y découvre en ne faisant que la traverser. C'est justement la position dans laquelle nous nous trouvons, M. Leymerie et moi, par rapport à Aurignac. J'y suis passé le 16 février 1849, et une coupure que l'on faisait à l'O., pour élargir la route, m'a mis à même de recueillir quelques fossiles que M. Leymerie n'a pas trouvés, dont j'ai donné l'énumération, qui paraissent éocènes, ainsi que je l'ai dit, et qui sont sans analogie avec ceux de Saint-Marcet. Au surplus, je vois avec plaisir que M. Leymerie et moi nous sommes d'accord sur l'assimilation des couches d'Aurignac à celles de la Montagne-Noire; nous ne différons qu'en ce que M. Leymerie veut rapporter le système de la Montagne-Noire au plus ancien, celui de l'Alaric, tandis que M. Tallavignes et moi nous le rapportons au plus récent, le système ibérien, qui n'est que le terrain éocène pour moi comme pour M. Leymerie lui-même aujourd'hui.

Quant à *m'être mis, dans mon* Nouvel essai d'une classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine, *à disséquer le dépôt sous-pyrénéen en étages et assises dont il aura plus tard à discuter la réalité*, je suis singulièrement désolé d'avoir été dans la nécessité de proposer des choses *nettes* et *normales* qui ne soient pas du goût de M. Leymerie. *Mais* C'EST VRAI, *et pour moi* (comme pour mon collègue de Toulouse) *la vérité est tout; j'ajouterai même que la conscience de l'avoir quelquefois rencontrée, et l'espoir de la rencontrer encore, suffiraient, au défaut de l'approbation immédiate des géologues, pour m'exciter et me soutenir au milieu des longues études que j'ai entreprises pour contribuer à une bonne histoire géognostique de l'*AQUITAINE. — Je serai à sa disposition pour discuter aussi longuement qu'il le voudra, quand il aura étudié nos terrains tertiaires; je crois, par avance, lui être utile et agréable en lui disant ici que.

pour savoir à quoi s'en tenir, il n'aura pas besoin de consacrer comme moi, en quatre années, neuf mois de temps, et de faire 2,500 lieues à pied dans toute l'Aquitaine; l'étude des deux rives de la Garonne, à partir de Toulouse jusqu'au-dessous de Blaye, lui suffira comme à tout autre observateur sagace et consciencieux.

Dans la note spéciale à ma *dissection tertiaire*, M. Leymerie me prête des suppositions fort bizarres, non à cause de ce que j'ai imprimé, mais par suite de quelques mots mal compris par lui pendant les conversations intimes que nous avons eues à Toulouse sur les terrains tertiaires dans les mois d'avril 1848 et 1849. Quoique je me sois fort peu occupé, jusqu'à présent, des questions théoriques relatives à ces terrains, je ne regrette nullement que M. Leymerie me mette dans la nécessité de donner quelques explications précises à cet égard. Ma tâche, du reste, sera bien facile, car je n'aurai guère qu'à rapporter ici quelques passages des notes que j'ai publiées à diverses reprises.

J'ai dit, dans mon *Nouvel essai* (1) : « L'Aquitaine est constituée, » dans ses parties orientale et N.-E., par des dépôts exclusivement » d'eau douce; plusieurs d'entre eux se transforment, dans la bande » moyenne, en dépôts marins, et ceux-ci finissent par rester seuls » au S.-O., dans le bassin de l'Adour... Nous n'hésitons pas à con- » sidérer l'Aquitaine comme un ancien estuaire, offrant un des » plus beaux exemples à l'appui de la théorie des affluents de » M. Constant Prévost... Nous appliquons la théorie des affluents » à l'ensemble des dépôts de l'Aquitaine, et nous allons jusqu'à » admettre que, dans la Saintonge, l'Angoumois et le Périgord, les » parties les plus inférieures de la *mollasse du Fronsadais* sont un » équivalent d'eau douce du *calcaire grossier du Médoc* et des *sables* » *de Royan*. — N'ayant pas étudié la portion de l'Aquitaine qui » confine aux Pyrénées, nous nous abstenons soigneusement » d'étendre les généralités qui précèdent à cette partie du bassin, » dont la constitution géologique paraît présenter de grandes diffé- » rences. En effet, les terrains à Nummulites, que nous considé- » rons comme appartenant à la période tertiaire, en outre des » dérangements qu'ils ont subis, constituent une bande de forma- » tion marine qui, suivant les auteurs, s'étend sans interruption » d'une extrémité de la chaîne à l'autre. »

J'ai encore dit, dans mes *Faits et considérations* (2), après avoir

(1) *Actes de l'Académie de Bordeaux*, t. X, p. 349 à 352. 1848. — *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. V, p. 442-3. 1848.

(2) *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. V, p. 124. 1848.

parlé des Pyrénées : « Dans tous les pays où l'on rencontre le ter-
» rain à Nummulites, on n'a pas admis la présence du terrain éocène,
» tant en Provence, dans le Vicentin, dans les Alpes et la Bavière,
» qu'en Égypte, en Crimée et au Caucase. Dans plusieurs de ces
» pays, le terrain à Nummulites est immédiatement recouvert par
» le terrain miocène. »

Personne, à ma connaissance, n'étant venu infirmer par des faits ce que je viens de rapporter, je n'ai encore aucune raison de ne pas le croire exact. Je me demande alors quelle difficulté M. Leymerie trouve à ce que, dans l'Aquitaine, au-dessous du terrain miocène inférieur, le terrain éocène soit constitué : 1° dans la partie septentrionale du bassin, le long du Plateau central, par les *sables de Royan* et le *calcaire grossier du Médoc*, tous deux marins; la *mollasse du Fronsadais*, avec les *sables du Périgord* et le *calcaire d'eau douce blanc du Périgord*, tous trois d'eau douce, en couches horizontales; 2° dans la partie méridionale, le long des Pyrénées, par le terrain à Nummulites éocène (ibérien de M. Tallavignes) en couches bouleversées; 3° dans la partie centrale du bassin, à Mont-de-Marsan, Auch, par on ne sait quoi, puisque ce qui est inférieur au terrain miocène n'affleure nulle part. Je me demande encore quel genre d'impossibilité M. Leymerie entrevoit à ce que (ainsi que cela est admis par tous les géologues pour le sondage artésien d'Agen), 4° dans le sondage artésien de Toulouse, les assises inférieures d'eau douce soient le représentant de la *mollasse du Fronsadais* et des *sables du Périgord*, également d'eau douce. N'ai-je pas dit, dans mon *Essai* (1) : « Dans la partie orientale,
» les dépôts d'eau douce, dont les matériaux ont une origine com-
» mune, et ont été déposés dans les mêmes circonstances, se lient
» les uns aux autres d'une manière très intime; lorsque les cal-
» caires viennent à prédominer, ou bien lorsqu'ils disparaissent
» (comme cela arrive autour de Toulouse), toute distinction de-
» vient extrêmement difficile, surtout dans le dernier cas, par
» suite de l'absence habituelle des corps organisés dans les roches
» argileuses et arénacées. Dans cette partie, on ne retrouve que
» bien difficilement les traces des révolutions qui ont agité l'écorce
» terrestre, et établi les lignes de démarcation entre les différents
» étages tertiaires. »

Sur quoi se fonde M. Leymerie pour dire que je serai obligé de faire subir une troisième modification à mon opinion sur l'âge de

(1) *Actes de l'Académie de Bordeaux*, t. X, p. 352-3. 1848. — *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. V, p. 443. 1848.

l'élévation des Pyrénées? Si celui-ci coïncide avec la ligne de démarcation si profonde qui existe entre les terrains crétacés et tertiaires, est-ce que nous n'avons pas au moins cinq autres systèmes plus récents auxquels on peut rapporter la division de ce dernier terrain en plusieurs étages, trois, quatre, et peut-être davantage, ainsi que les divers bouleversements qu'affectent chacun d'eux? Est-ce que je n'ai pas dit (1) que, dans les Corbières, en outre des directions parallèles à la Montagne-Noire, « d'autres, » ainsi que la crête qui va de Cavanac à Pradelles, au S.-E. de » Carcassonne, sont parallèles à la direction de la chaîne des Pyré- » nées; mais on ne peut admettre qu'elles en soient contempo- » raines, car il faudrait *rajeunir* le soulèvement de ces montagnes » encore plus que je ne l'avais proposé, et le rapporter à l'époque » que j'ai assignée à celui du Sancerrois. »

Quant à ma *prétention d'introduire dans nos contrées* (le midi de la France) *le soulèvement du Sancerrois*, je ne me justifierai pas autrement, vis-à-vis de M. Leymerie et du monde savant, qu'en disant que l'illustre auteur des *Recherches sur quelques unes des révolutions de la surface du globe* l'a d'abord intercalé à la place que je lui avais assignée, dans le tableau d'un article *Terrain* de M. Ch. d'Orbigny (2), et que plus tard, dans son article *Systèmes de montagnes*, dont la fin et le tirage à part n'ont pas encore paru, il m'a fait l'honneur (3) de prendre ce système sous son patronage, en y joignant celui de l'Érymanthe, de l'introduire dans la série de ceux qu'il admet en en faisant le dix-septième, et de rapporter ce que j'en ai dit, non seulement pour le Sancerrois, mais aussi pour le midi de la France. Je serais donc en droit, dès à présent, de décliner toute discussion à cet égard, et d'inviter M. Leymerie à soumettre ses observations critiques à M. Élie de Beaumont. Mais je ne le ferai pas, et je me tiens à la disposition de mon collègue pour discuter les objections qu'il aura à m'adresser. —Je n'ajouterai qu'une seule remarque, c'est que la dislocation qui a redressé, sur le versant méridional de la Montagne-Noire, le terrain à Nummulites et les calcaires d'eau douce miocènes inférieurs, n'a pas affecté la mollasse miocène supérieure de Bize à Béziers; elle ne peut donc être contemporaine de celle qui a fait res-

(1) *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. VI, p. 537. 1849.

(2) *Dict. univ. d'hist. nat.*, par M. Ch. d'Orbigny, t. XII, p. 488. 1849.

(3) *Dict. univ. d'hist. nat.*, par M. Ch. d'Orbigny, t. XII, p. 309-311. 1849.

sentir ses effets au terrain subapennin, dans la partie orientale des Pyrénées et au pied du Canigou; et, en outre, sa direction et sa date sont les mêmes que celles que j'ai assignées, dans le nord de la France, au relèvement du Sancerrois. — Si M. Leymerie avait lu attentivement la note qu'il critique et les articles *Systèmes de montagnes* et *Terrain*, il se serait, sans aucun doute, dispensé d'écrire son premier alinéa de la page 96, et même plusieurs autres.

Je n'entrerai pas dans la discussion relative aux dénominations d'*épicrétacé*, *T. à Nummulites*, *T. pyrénéens supérieurs*, *T. alarieien* et *T. ibérien*. J'ai dit ce que j'en pensais.

Je qualifie, partout où ils existent, d'*éocène* le terrain qui renferme des fossiles du terrain tertiaire inférieur, et de *craie* celui qui est par-dessous à stratification discordante, et qui renferme des fossiles crétacés.

En terminant, je ne puis que féliciter mon collègue d'être, lui aussi, arrivé à appeler avec moi *tertiaire* et même *éocène* les marnes noires du Rabe, et une partie des couches des pays Basques. Quand il aura fait un pas de plus en supprimant l'*épi* du mot *épicrétacé*, qu'il réserve maintenant pour le système de l'Alaric et ses équivalents, nous serons presque d'accord, car il n'y aura plus lieu à discussion entre nous que sur des détails fort secondaires.

Après cette lecture, M. Hébert, dont M. Raulin a cité l'opinion en faveur de l'existence de la craie de Maëstricht à Mauléon et à Gensac, dit que les observations qu'il a présentées après la lecture de l'extrait du Mémoire de M. Leymerie avaient uniquement pour but de combattre l'idée de l'existence simultanée dans les mêmes couches des faunes de Maëstricht, de Meudon et de Rouen, idée que M. Leymerie appuyait sur une liste d'une douzaine d'espèces. Relativement à l'âge du terrain de Gensac, il a pu, dans la discussion, émettre un avis plus ou moins fondé; mais il est évident que n'ayant vu qu'un très petit nombre de fossiles, ignorant complètement les circonstances de leur gisement, il ne pouvait avoir la prétention de décider cette question. C'est un soin qui regarde MM. Raulin et Leymerie, qui ont eu l'avantage d'étudier ce terrain sur les lieux.

M. A. G. Stichler, de Wernigerode (Hartz), adresse un dessin lithographié d'une nouvelle espèce végétale du genre *Palæoxyris* (Brongn.), découverte par M. W. P. Schimper,

de Strasbourg, dans le schiste argileux de Wettin, près de Halle. On ne connaissait jusqu'à présent que quatre espèces de *Palæoxyris*, savoir :

Palæoxyris regularis, Brong.; dans les carrières de grès bigarré de Soultz-les-Bains.
P. Munsteri, Presl.; dans le keuper-sandstein de Bamberg.
P. microrhomba, Fr. Braun.
P. multiceps, Fr. Braun.

La nouvelle espèce, nommée par M. Schimper, *Palæoxyris carbonaria*, est caractérisée de la manière suivante par M. Stiehler :

Palæoxyris carbonaria, W. P. Schimper.

Spicæ modo strobiloideæ, modo fusiformes, graciles, obscurè-comosæ; squamis arctè imbricatis, rhomboideis, spiraliter dispositis, inferioribus in pedunculum decurrentibus.

Cette espèce se rapproche du *P. regularis*, beaucoup plus que du *P. Munsteri*, par l'*habitus* et la pointe de l'épi; elle se distingue de la première par des épis de formes variées, et par des écailles presque aussi hautes que larges et beaucoup plus petites.

M. Berthon, curé de Milhau (Gard), a adressé à la Société une note sur les terrains tertiaires supérieur et moyen des environs de Théziers, à quelques lieues au nord de Beaucaire, dont voici un extrait, dû à l'obligeance de M. de Roys.

Le sol du plateau, entre le Gardon et le Rhône, est formé généralement par le *diluvium alpin*, qui y constitue deux assises, la supérieure meuble, l'inférieure agglomérée par un ciment quartzo-argileux très dur. Près de Vaquières, M. Berthon a trouvé dans quelques galets siliceux de belles Ammonites et une empreinte de plaque d'Échinite.

Au-dessous s'étendent les terrains tertiaires supérieurs, en couches généralement inclinées au S.-E. d'environ 22 degrés. Les couches se relevant autour de pics calcaires de l'étage néocomien perçant sur plusieurs points les assises tertiaires, leur direction et leur inclinaison varient souvent. Au-dessous du poudingue diluvien, s'étend une masse de sable souvent agglomeré en grès assez

durs, divisée par de petites couches de gravier caillouteux de quelques centimètres d'épaisseur. M. Berthon y distingue dix assises ayant ensemble 6 à 7 mètres de puissance. A Domazan elle atteint 15 mètres, et présente des nodules ferrugineux de forme sphéroïdale, remplis à l'intérieur d'une substance blanche, pulvérulente, qui paraît formée de calcaire et de magnésie. Ils se fendent à l'air, et la matière intérieure se dégageant forme autour de l'orifice de petits bourrelets d'un beau jaune. A la partie inférieure de ces sables, agglomérés en grès assez durs, mais très feuilletés, on trouve aussi à Domazan une multitude d'empreintes très nettes de feuilles, appartenant à un grand nombre d'espèces différentes.

Au-dessous, la formation devient argileuse, et offrant une alternance très remarquable de terrains lacustres et marins. Trois petites couches de 8 à 12 centimètres de puissance d'argile cendrée, grise, jaunâtre, suivie d'une de 6 à 7 centimètres, noire, et qui paraît un détritus de feuilles décomposées, offrent des Planorbes; une cinquième, aussi mince, offre des Cérites et d'autres coquilles évidemment marines, qui se retrouvent dans une autre assise aussi de 6 à 7 centimètres d'épaisseur, séparée de la première par un banc d'argile pure de 1 mètre 50 centimètres. On y trouve une quantité innombrable de petites bivalves dont les valves sont souvent réunies, toujours rapprochées.

Immédiatement après, une épaisseur d'argile, qui ne dépasse guère 1 mètre, est divisée en cinq assises, et n'offre que des débris végétaux ou lacustres : d'abord des joncs et des scirpes, puis des fruits qui ressemblent aux pignons de pin, une fougère, une immense quantité de feuilles dont quelques unes sont très voisines de celles du peuplier blanc ; enfin, des Paludines, Planorbes, Hélices, Cyclades et Mulettes.

Malgré les petites assises marines, ou plutôt d'eaux saumâtres, ces vingt-deux assises paraissent se rapporter au terrain lacustre signalé en Provence par M. Matheron. Les véritables marnes subapennines commencent après par une assise de $1^{m},50$ d'argile sableuse, puis une bande de 8 à 10 centimètres, durcie par un ciment calcaire presque cristallin, offrant des Cérites, Peignes, Donaces, Tellines, et un grand nombre de Pholades à côtes nombreuses et dentelées, voisines de la *Pholas maxima*, ayant jusqu'à 4 centimètres de long; d'autres ressemblent à la *Pholas rugosa* et à la *P. Fayolli*.

Au-dessous, les mêmes coquilles, des Balanes, des Peignes à valves échancrées sur le devant, plusieurs espèces d'Auricules et une jolie espèce de Buccin à petites côtes, quelquefois entières, plus

souvent brisées, forment à elles seules une couche de plus d'un décimètre, suivie d'une couche de sable pur, de même puissance, sans fossiles, puis une argile jaunâtre passant, à quelques centimètres de profondeur, à une marne dure, schisteuse, dont les feuillets offrent encore des empreintes de feuilles. Un sable coupé de couches très minces d'argile, deux couches d'argile sableuse séparées par une mince assise d'argile plus dure, offrent ensemble une puissance de 8 à 10 décimètres, avec les mêmes Cérites (*Cerithium Basteroti*) et des Tellines minces et très fragiles. L'assise d'argile qui les suit, d'un mètre de puissance, renferme beaucoup de beaux cristaux de chaux sulfatée. On retrouve au-dessous les détritus de feuillages formant deux assises minces, séparées par 15 centimètres d'argile bleue assez pure, avec des Cérites brisées, puis une autre argile avec empreintes de joncs et de plantes aquatiques.

Cette coupe est prise à Vaquières, évidemment dans un estuaire. Elles ne peuvent s'étendre toutes bien loin, mais la plupart s'étendent jusqu'à Domazan, avec la même composition et les mêmes fossiles.

Un banc de sable de 1^{m},50, coupé de couches horizontales très minces d'argile avec débris de feuilles, et hérissées de petites pointes ferrugineuses qui paraissent épigéniques de tiges végétales; une argile très pure et recherchée pour la poterie, de 50 centimètres, plus puissante à Domazan, qui les suit, avaient fait espérer à M. Berthon de rencontrer des arbres, au moins en fragments considérables, peut-être même des quadrupèdes. Sa première espérance s'est réalisée. Quelques fouilles ont mis à nu des troncs qui ont pu atteindre un mètre de diamètre, avec des branches et des rameaux, tous plus ou moins aplatis. La moelle a été remplacée par la roche encaissante; la partie ligneuse s'est transformée en jayet où l'on découvre encore la texture fibreuse.

On retrouve au-dessous cette espèce de sable d'origine organique et des coquilles entières ou brisées, formant seules une assise de 10 à 12 centimètres, et surtout une immense quantité de Cérites remplissant quelquefois seuls toute la couche. Cette poussière, vue au microscope, a présenté une grande quantité d'admirables coquilles brillamment colorées.

Une masse d'argile sableuse, de plus de 3 mètres de puissance, un banc de sable de 1 à 2 mètres, et une nouvelle masse d'argile sableuse de 7 à 8 mètres, forment cinq assises dépourvues de fossiles; mais on retrouve des bivalves marines dans trois couches d'argile sableuse, formant environ 2 mètres. A Laval, à l'ouest de

Vaquières, cet ensemble est représenté par un banc de sable très puissant. Le territoire de Vaquières s'arrêtant à cette dernière assise, c'est sur celui de Laval que les ravins se continuent et permettent d'explorer les couches suivantes, dont la première, de 5 à 6 mètres d'argile bleue et jaune, n'offre que quelques Tellines. Dans la suivante commence à se montrer le *Buccinum semi-striatum*, Brocc., qui descend jusqu'à la mollasse, associé dans les assises inférieures à une espèce plus grosse, probablement nouvelle, rencontrée seulement à Laval. Le Bucin semi-strié se retrouve dans les puissantes assises d'argile de Fournès et de Montfrin, qui sont évidemment le prolongement des assises les plus inférieures de Laval.

Une crête néocomienne qui domine la chapelle de Saint-Amand, ancien temple romain, et qui a reçu le nom de Castelas, à cause d'une vieille citadelle bâtie au sommet, s'élève à pic au-dessus de toute cette formation, et formait les extrémités d'une île pendant les deux dernières époques tertiaires. Percé et souvent miné par les trous des coquilles perforantes, dont on retrouve quelques traces, même dans les parties les plus élevées, de gros blocs sont tombés et ont été recouverts par l'argile. Les excavations, toujours agrandies, des Saxicaves, devenaient ensuite l'asile d'une foule de coquilles d'autres genres qui se sont conservées parfaitement dans l'argile. M. Berthon annonce avoir trouvé dans ce dépôt tous les fossiles déjà connus des terrains subapennins, et une foule d'autres nouveaux dont il croit un grand nombre analogue à des coquilles vivantes, ce qui porterait, selon lui, à plus des trois quarts le nombre de ces animaux existant encore dans nos mers.

Des circonstances si favorables ont procuré à M. Berthon, outre plusieurs polypiers et des Balanes, des gastéropodes appartenant à plus de quarante genres différents, et au moins vingt-cinq genres d'acéphales. Il pense avoir rencontré toutes les espèces d'Italie et un nombre à peu près égal d'espèces nouvelles au moins dans ce terrain. Un très grand nombre de ces fossiles se retrouvent dans les argiles de Fournès, qui ont plus de 40 mètres de puissance, et dans celles de Montfrin; mais ils offrent rarement une conservation aussi parfaite que ceux que renferment les blocs tombés du Castelas et qui ont dû vivre dans ces trous, dont l'ouverture est quelquefois beaucoup inférieure à la grandeur des coquilles qu'ils renferment.

M. Berthon a observé, partout où les argiles étaient récemment dénudées, des efflorescences de sel marin.

Ces argiles recouvrent, à stratification souvent très discordante,

la mollasse dont M. Berthon décrit les nombreux affleurements, utilement exploités comme moellons et pierres d'appareil. Des bancs exposés à l'air se sont décomposés dans quelques localités, notamment au delà de Fournès, et les fossiles, plus durs que la masse, jonchent le sol dans les vignes qu'on y a plantées. Vers les rivages de la mer où ce terrain se déposait et qui sont formés par le calcaire néocomien, on trouve un très grand nombre de blocs de ce calcaire plus ancien, empâtés dans la mollasse. Les détails donnés par M. Berthon sur cette formation confirment ceux qu'avaient déjà donnés d'autres observateurs, sur des points assez rapprochés. Elle s'adosse sur le terrain néocomien, avec des inclinaisons qui varient de 20 jusqu'à 35 degrés.

Après quelques mots sur ce calcaire néocomien, M. Berthon invite les géologues à visiter sa collection, dont il espère, avec le concours de notre savant collègue M. Émilien Dumas, déterminer toutes les espèces connues, et décrire les nombreuses espèces inédites.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Daubrée :

Notice sur les filons de fer de la région méridionale des Vosges, et sur la corrélation des gîtes métallifères des Vosges et de la Forêt Noire, par M. A. Daubrée.

Les vallées de Saint-Amarin et de Massevaux, et les contre-forts qui avoisinent ces vallées, renferment de nombreux filons de fer, dont trente au moins ont donné lieu, depuis un siècle, à des travaux d'exploitation ou de recherche.

La région sud-est de la chaîne des Vosges, dans laquelle sont enclavés les filons de fer qui nous occupent, se compose essentiellement d'un massif de granite et de syénite qui s'élève au milieu du terrain de transition ; ce dernier terrain est en outre fortement accidenté par des épanchements de porphyres bruns et de mélaphyres (1). Les filons se trouvent principalement dans le terrain de transition ; quelques uns traversent le granite, la syénite et les roches d'éruption ; il en est un petit nombre qui pénètrent dans le grès des Vosges. Ces filons sont pour la plupart compris dans les montagnes qui s'étendent de la vallée de Massevaux jusqu'au delà de Wintzfelden, sur 30 kilomètres de longueur et sur une largeur

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. Ier, p. 302 et 349.

de 18 kilomètres. Le plus grand nombre des filons avoisine les vallées de Saint-Amarin et de Massevaux.

Le peroxyde hydraté représente le principal minerai de fer ; ce minerai s'y rencontre fréquemment sous la variété mamelonnée que l'on désigne par le nom d'*hématite brune*. On y trouve quelquefois la variété écailleuse connue sous le nom de *lépidokrokite*, et, plus rarement, la variété résineuse ou *stilpnosidérite*. Le fer spathique se rencontre soit dans la profondeur, soit dans les rétrécissements par lesquels les filons se terminent dans le sens horizontal. Dans le territoire dépendant de l'abbaye de Murbach, le fer spathique était assez abondant pour qu'on ait essayé d'en fabriquer de l'acier naturel vers 1730. Du fer oligiste cristallisé ou amorphe se rencontre surtout dans les filons qui, comme ceux de Wintzfelden et de Fellering, traversent le granite. Au minerai de fer sont associés des oxydes de manganèse, particulièrement la psilomélane barytique, le peroxyde hydraté terreux ; la variété connue sous le nom de manganèse argentin forme des enduits superficiels dans l'intérieur des géodes.

Le cuivre pyriteux, qui est quelquefois disséminé dans le minerai sous forme de mouches, formait des masses exploitables dans le filon de fer de Steingraben ; du cuivre gris et de la galène se rencontrent quelquefois aussi au milieu du fer spathique.

Dans quelques filons, comme ceux d'Ertzbach près de Thann, les fragments de la roche encaissante forment presque exclusivement la gangue du minerai ; l'hématite constitue des plexus de veines qui serpentent au milieu de cette brèche. Quand la roche qui contient ces filons est granitique ou porphyrique, les minéraux silicatés en sont ordinairement réduits à l'état terreux, et l'argile qui remplace le feldspath happe à la langue, est infusible, présente en un mot les caractères essentiels du kaolin. Les argiles jaunes et noires, connues des mineurs sous le nom de *brand* ou de *mulm*, ne sont ici, de même qu'à Framont, que des résidus de la décomposition des roches qui formaient les parois des gîtes.

Le quartz est surtout abondant dans les filons qui sont encaissés dans le granite et dans la syénite, comme les filons d'Isenbach et de Wintzfelden. Le quartz ferrugineux et le quartz hématoïde se rencontrent aussi, soit à l'état compacte, soit en petits cristaux fort nets. Ces deux variétés de quartz se trouvent dans les mêmes conditions dans les filons de fer de Johanngeorgenstadt, en Saxe. La baryte sulfatée est assez abondante dans quelques filons, comme à Finsterbach et à Ramersmatt. Le spath fluor est fréquent dans les filons de Steingraben et d'Isenbach, qui sont, l'un en totalité,

l'autre en partie, encaissés dans les roches granitiques. Dans tous les filons, la chaux carbonatée est rare ; celle qui s'y rencontre est ordinairement en petits rhomboèdres obtus. Du bitume se trouve aussi quelquefois dans les filons ; à Finsterbach, j'ai rencontré de l'asphalte solide et cassant qui remplissait une géode, complétement tapissée de cristaux de quartz hyalin.

Deux sortes d'épigénie principales se rencontrent dans les filons de fer du Haut-Rhin.

A Steingraben, on trouve au milieu du quartz des empreintes creuses, de forme cubique, dont les arêtes sont parfaitement nettes, et qui, sans aucun doute, résultent de la disparition de cristaux de spath fluor. Il n'est pas rare que les moules des cristaux soient intérieurement tapissés de petits cristaux de quartz hyalin, qui s'y sont par conséquent déposés après la disparition du spath fluor. Quelquefois, enfin, les empreintes ont été complétement remplies par du quartz.

La baryte sulfatée, qui se trouvait engagée dans le quartz sous forme de tables, a disparu et n'a laissé que ses empreintes, de telle sorte que le quartz paraît haché. Ailleurs, comme à Steingraben, il y a de grandes tables rhomboïdales à surface rugueuse, qui sont formées de quartz cristallisé, mélangé d'hématite brune ; la similitude des angles de ces tables avec ceux de la baryte sulfatée annonce que ce sont des pseudomorphoses de cette dernière substance. Un cas analogue a été cité dans un filon de même nature des environs de Siegen (1). Les moules et les épigénies quartzeuses qui annoncent la disparition de la barytine sont très nombreux aussi dans les filons argentifères de Sainte-Marie-aux-Mines, de même qu'on l'observe dans les filons semblables de Schnéeberg, en Saxe.

Le fer oxydé hydraté, qui forme le minerai principal, n'est lui-même qu'une épigénie de fer carbonaté. D'après la connexion qui existe dans les filons de fer des Vosges entre ces composés, il est facile de reconnaître que tous deux ont la même origine. Le fer oxydé hydraté a été décomposé, soit dans l'origine, lors même du remplissage du filon, soit plus tard, et postérieurement à la cristallisation du fer spathique. Le même fait a d'ailleurs été démontré aussi pour les gîtes de beaucoup d'autres localités, entre autres pour les filons de fer de Pforzheim et de Neuenbourg, dans le nord de la Forêt-Noire (2), qui présentent de grandes ressemblances avec

(1) Blum, *Die Pseudomorphosen des Mineralreichs*, p. 289.
(2) Walchner, *Darstellung der geologischen Verhältnisse am nordlichen Rande des Schwartzwaldes*, 1843.

les filons des Vosges, pour ceux de Bendorf, près Coblentz et du pays de Siegen, pour les gîtes d'Allevard, pour ceux des Pyrénées et beaucoup d'autres contrées.

Beaucoup de filons de l'angle sud-est des Vosges ont des formes assez irrégulières. Leur épaisseur varie de 0m,80 à 1 mètre. En général les filons sont peu étendus dans le sens horizontal; cependant l'un d'entre eux, que l'on a exploité dans les mines de Steingraben, de la colline des Charbonniers et d'Isenbach, est bien reconnu sur 7300 mètres; il est même très probable que c'est le même filon qui se poursuit dans les mines de Fellering et de Kruth : il aurait alors 12,500 mètres de longueur.

La direction des principaux filons de fer du groupe méridional varie ordinairement entre N. 10° à 40° E., et S. 10° à 40° O.; elle est moyennement d'environ N. 25° E. — S. 25° O. Cette direction moyenne, qui est en particulier celle du grand filon d'Isenbach, est donc à très peu près parallèle à la direction de la chaîne.

Quant à la richesse, on a reconnu qu'elle diminue à peu de distance de la surface du sol, de sorte qu'aucun d'eux n'a été exploité au-dessous du fond des vallées, c'est-à dire jusqu'à 100 mètres du jour. Un appauvrissement semblable s'observe dans les filons de même nature de la région septentrionale des Vosges. Cet appauvrissement dans la profondeur, en même temps que la cherté de l'extraction dans la plupart de ces roches, explique pourquoi ces filons, dont l'exploitation remonte seulement au siècle dernier, sont déjà abandonnés aujourd'hui; la seule exploitation qui se fasse encore sur l'un d'entre eux est au moment de cesser.

Outre ceux que nous venons de citer, la chaîne des Vosges contient beaucoup d'autres filons de fer qui peuvent se rapporter à trois districts principaux : au revers méridional de la chaîne compris dans le département de la Haute-Saône; aux environs de Framont et de Rothau, dans la partie moyenne de la chaîne; enfin à la partie septentrionale, dans le voisinage de Wissembourg et de Bergzabern; ces derniers filons sont enclavés dans le grès des Vosges. Des gîtes ayant la plus grande ressemblance avec les filons de ce dernier groupe se rencontrent en outre aux environs de Saint-Avold et de Creutzwald (Moselle), ainsi que dans les environs de Trèves.

Outre le filon d'Isenbach, dont il a été question plus haut et dont la longueur atteint 12 kilomètres, deux filons de la chaîne sont remarquables par leur grande dimension : ce sont le filon de Schlettenbach et de Dahlenberg et celui de Saales.

Dans le nord de la chaîne, le même filon s'étend depuis les envi-

rons de Weidenthal et de Schlettenbach, vers Nothweiler (Bavière Rhénane), le Dahlenberg et le Katzenthal (Bas-Rhin), sur une longueur de 12 kilomètres. Cette dimension suffirait pour le placer au nombre des filons les plus étendus que l'on connaisse jusqu'ici; car, d'après M. de Humboldt, la longueur du Veta-Madre, près de Guanaxuato, au Mexique, est de 12,300 mètres. Mais si l'on tient compte de différents indices qui sont situés dans le prolongement de ce grand filon, vers le S.-O., et qui s'y rattachent probablement, on est amené à attribuer au filon de Schlettenbach un développement longitudinal de 20 kilomètres.

Il est à observer que, sur toute la longueur, la direction du filon n'est pas constante. Dans les mines de Friensbourg, Fleckenstein, Rothrenthal et Dahlenberg, la direction moyenne est de E. 40° N. —O. 40° S. Au Schauffelshalt, il y a une inflexion très prononcée; car, au delà de la frontière de France, aux environs de Nothweiler, au Bremelsberg, près Schlettenbach, la direction moyenne est N. 32° E. — S. 32° O. Les deux parties principales de ce grand filon sont respectivement parallèles à chacun des deux groupes de failles qui terminent la région de la chaîne à laquelle elles appartiennent, de telle sorte que ces systèmes d'accidents constituent deux angles obtus de 160 degrés, dont les côtés sont parallèles chacun à chacun. Le point d'inflexion du filon correspond précisément à cet angle prononcé que présente la limite orientale de la chaîne des Vosges, près de Wissembourg. On trouverait difficilement ailleurs une liaison plus claire entre les fractures qui ont accompagné la formation des chaînes de montagnes et l'ouverture des filons.

Dans toute la région septentrionale, c'est-à-dire au nord de Saverne et jusque dans le Palatinat, la chaîne des Vosges se compose de grès vosgien en stratification à peu près horizontale; au milieu de cette composition uniforme, elle présente des affleurements de roches ignées sur trois points seulement : aux environs du Jaegerthal, à Weiler, près de Wissembourg, et non loin de Landau. Or, les deux principaux de ces accidents, le pointement granitique de Jaegerthal et le porphyre de la vallée de la Queich, près de Landau, sont comme deux jalons sur lesquels s'aligne le filon de Friensbourg et de Schlettenbach. Ce fait a déja été signalé par M. Fournet (1).

Le filon qui avoisine Saales est reconnu par de nombreux indices, sur une longueur de 12 kilomètres. Il s'étend à travers le

(1) *Étude sur les dépôts métallifères*, p. 84.

granite, le terrain de transition et le grès des Vosges, parallèlement à la vallée de la Bruche et à la crête de grès vosgien qui le borde vers l'O. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que sa direction, suffisamment prolongée vers le N., sur 9 kilomètres au delà de sa limite septentrionale, va passer exactement par l'amas de Framont, qui forme un véritable centre d'épanchements ferrugineux.

Ainsi, dans ce système de filons qui ont été ouverts dans les Vosges et dans leur voisinage, postérieurement au soulèvement de la chaîne, nous trouvons trois filons dont la longueur excède 12 kilomètres, et dont la dimension, pour l'un d'eux, atteint même peut-être 20 kilomètres; un quatrième a 10 kilomètres de longueur. Enfin, on peut observer que le filon de plomb argentifère de la Croix-aux-Mines est lui-même remarquable par ses dimensions, puisqu'il a été reconnu sur une longueur de 13 kilomètres.

La liaison des filons de fer avec les filons de plomb et de cuivre est évidente dans plusieurs régions de la chaîne des Vosges. Ainsi à Katzenthal et à Erlenbach, on a exploité des minerais de plomb dans certaines parties des filons de fer. Dans la vallée de Saint-Amarin, à Steingraben, on a exploité l'hématite vers le haut, puis, dans d'autres parties plus profondes du gîte, on a trouvé la pyrite de cuivre au milieu de fer spathique. A Mooseh, dans le haut de la vallée de Saint-Amarin, le cuivre gris, le cuivre pyriteux et la galène argentifère, sont disséminés assez abondamment dans une gangue de fer spathique, pour que l'on ait exploité dans le XVIIe et XVIIIe siècle le filon dont il s'agit, pour plomb, cuivre et argent. Enfin, à Giromagny, où le fer spathique forme une gangue assez abondante des filons de cuivre et de plomb, il est un filon, celui de Bagrelle, que l'on a exploité d'abord pour fer dans sa partie supérieure, puis plus bas pour cuivre (1). Les filons de fer des environs de Saint-Avold et de Sarrelouis offrent des transitions de même nature entre des parties exploitées pour fer et d'autres régions où se sont concentrés, soit la galène, soit le minerai de cuivre.

Une semblable liaison du fer spathique ou de l'hématite brune à des minerais de cuivre et de plomb s'observe encore dans beaucoup d'autres contrées. Dans le pays de Siegen et dans les environs de Sayn, non loin de Coblentz, on trouve des passages graduels de gîte de fer spathique, tels que le Stahlberg, où les miné-

(1) On sait que le gîte de Framont est traversé par un filon de cuivre sulfuré, et que le cuivre gris et le cuivre pyriteux s'y trouvent aussi.

raux de cuivre ne sont qu'accidentels à des filons, dans lesquels le cuivre gris et le cuivre pyriteux sont exploités au milieu d'une gangue de fer spathique. Il y a même dans cette contrée des gîtes qui, comme ceux des Vosges, sont exploités pour fer dans leur partie supérieure, et qui, dans la profondeur, sont exploités pour cuivre pyriteux. Cette association se retrouve encore dans le nord de la Forêt-Noire, aux environs de Freudenstadt et de Bulach (1), où les filons, vers leur partie supérieure, renferment de l'hématite brune avec de la baryte sulfatée, et plus bas des minerais de cuivre avec du quartz; elle paraît aussi exister dans les Pyrénées, entre autres aux environs de Canaveilhes.

Les amas de fer des environs de Tarnowitz en Silésie, qui sont superposés au muschelkalk, rappellent tout à fait par leur composition minéralogique les filons de fer des Vosges: beaucoup de ces amas renferment des minerais de plomb et de zinc, et ils diffèrent des amas où l'on exploite spécialement ces derniers métaux, plutôt par la proportion relative, que par la qualité des minéraux constituants.

Ainsi, bien qu'il existe souvent des démarcations tranchées entre des formations métallifères de nature différente, ce fait est loin d'être constant.

Les ressemblances de structure entre les Vosges et la Forêt-Noire, le parallélisme de leurs principaux traits, leur disposition si remarquablement symétrique sur les deux rives du Rhin, sont des analogies telles que l'on doit supposer que ces deux régions ont passé par les mêmes phases de formation, et qu'on peut qualifier de *chaînes jumelles*. Il n'est donc pas surprenant qu'il y ait aussi une certaine corrélation dans la distribution des gîtes métallifères de ces deux groupes montagneux.

De nombreux filons de fer sillonnent la région septentrionale de la Forêt-Noire, aux environs de Neuenbourg, de Büchenbronn et de Freudenstatt. L'hématite brune, qui y forme le minerai principal, est accompagnée de lépidokrokite et souvent de psilomélane et d'oxydes de manganèse; le fer spathique s'y rencontre dans la profondeur; la gangue principale y est la baryte sulfatée; l'argile s'y rencontre fréquemment par nids; le spath fluor y est rare. La direction de ces filons, dont le groupe s'étend sur près de 50 kilomètres du N. au S., est alignée par rapport aux pointe-

(1) D'Alberti, *Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers*, p. 32.

ments granitiques qui ont soulevé le grès des Vosges (1). Une relation semblable s'observe dans les filons de fer des environs de Wissembourg, qui se lient au soulèvement du granite du Jaegerthal et du porphyre de Weiler. A part l'abondance de la baryte sulfatée, les filons du nord de la Forêt-Noire, qui viennent d'être cités, ressemblent beaucoup aux filons des Vosges septentrionales.

Si l'on examine une carte géologique de la contrée, par exemple la carte géologique de la France et des contrées voisines de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, on voit que, dans les environs de Neuenbourg et de Pforzheim, le granite, le grès des Vosges et le grès bigarré, considérés dans leur projection horizontale, sont terminés par des angles aigus, à côtés respectivement parallèles; par conséquent, le principal district des filons correspond à une sorte de point de rebroussement que présentent les contours des terrains stratifiés de la chaîne, configuration qui a été produite par le soulèvement du granite et du gneiss dans cette région. On peut s'assurer encore, sur la carte géologique de la France, que les deux districts métallifères principaux du grès des Vosges, savoir, celui des environs de Wissembourg et celui des environs de Creutzwald et de Saint-Avold, sont placés de même sur des promontoires de grès des Vosges, vers les confins de ce terrain. Ainsi les trois principaux groupes de filons de fer qui traversent le grès des Vosges, tant dans la chaîne des Vosges que dans la Forêt-Noire, sont placés sur des *croisements de direction*, dans des parties de la chaîne que l'on peut comparer aux *points singuliers* des courbes.

Il existe quelques filons de fer dans d'autres régions de la Forêt-Noire, par exemple, dans la vallée de la Rench et aux environs d'Offenbourg; mais, en dehors du groupe du N., ces filons sont beaucoup plus rares que dans les Vosges.

Les filons des métaux autres que le fer présentent aussi dans les deux chaînes une certaine symétrie. Outre les filons de fer, la chaîne des Vosges renferme plus de 50 filons qui contiennent du plomb, du cuivre, de l'argent et accidentellement du cobalt, du nickel et de l'or. Ces filons sont répartis dans deux districts principaux: l'un est le massif du Ballon de Giromagny et ses principales ramifications; l'autre, plus septentrional, est le district des environs de Sainte-Marie-aux-Mines.

Au district méridional appartiennent les gîtes des environs de Giromagny, d'Auxelles, de Plancher-les-Mines, de Château-

(1) Walchner, *Mémoire cité plus haut*, et d'Alberti, *Monogr. des bunten Sandsteins*, etc., p. 34.

Lambert et de quelques autres localités moins importantes, telles que Terpuay, Saint-Bresson, la partie haute de la vallée de Saint-Amarin. La plupart de ces filons sont dans le terrain de transition, non loin du granite, de la syénite et des porphyres qui traversent le premier terrain; quelques uns sont dans ces dernières roches. Sainte-Marie-aux-Mines, Sainte-Croix-aux-Mines, Urbeis et d'autres localités moins riches, telles que Lalaye, Charbe, Lusse, Gemaingoutte, Lavaline, le Chipal, Fraise, renferment des filons qui, presque tous, sont dans le gneiss ou dans le schiste de transition, à proximité d'un massif de granite syénitique : ce sont les filons qui constituent le groupe septentrional.

La Forêt-Noire renferme des filons de nature semblable à ceux des Vosges, et ces filons se rapportent aussi à deux districts principaux. L'un, dont le Belchen fait partie, s'étend entre Stauffen, Soultzbourg, Badenweiler et Sainte-Blaise; il renferme de nombreux filons contenant de la galène argentifère, du cuivre gris, du cuivre pyriteux, du spath fluor et de la baryte sulfatée, que l'on exploite encore aujourd'hui dans la vallée de Münster. L'autre district, qui comprend la vallée de la Kintzig et quelques vallées latérales, contient aussi des filons de plomb, d'argent, de cobalt et de cuivre qui ont été principalement exploités aux environs de Wolfach, Schiltach, Hasslach et Wittichen. Les filons des deux groupes dont il s'agit sont principalement renfermés dans le gneiss, non loin de la jonction de cette roche avec le granite et le porphyre : un certain nombre de filons traversent aussi ces dernières roches, particulièrement ceux des environs de Wittichen; quelques uns enfin pénètrent dans le grès vosgien, ou peut-être même dans le grès bigarré.

Il y a donc correspondance, d'une part, entre la zone de Sainte-Marie-aux-Mines, la Croix-aux-Mines et Urbeis et celle de la vallée de la Kintzig; d'autre part, entre le groupe du Ballon des Vosges et celui du Belchen, dans la Forêt-Noire. Si l'on pouvait pousser la comparaison dans de plus grands détails, on trouverait une ressemblance entre l'amas de contact de galène avec spath fluor et baryte sulfatée de Badenweiler et celui d'Orschwiller; entre les filons de manganèse de Neustadt dans la Forêt-Noire, et ceux de Gemaingoutte dans les Vosges. A Osenbach, dans les Vosges, et dans la Forêt-Noire, non loin de Calw et de Bulach, on a exploité des filons de cuivre gris qui se trouvent dans des conditions identiques dans le grès des Vosges et le grès bigarré.

Comme nous venons de le voir, la plupart des filons des Vosges et de la Forêt-Noire sont renfermés dans les terrains antérieurs

au grès des Vosges; cependant il en est un certain nombre qui pénètrent dans cette dernière roche. Pour les filons de fer le cas est très fréquent. De plus, quelques filons de ce dernier métal, qui sont encaissés dans le grès des Vosges, sont assez riches en minerai de plomb et de cuivre, pour que ces deux métaux y soient exploitables, comme il est arrivé aux environs de Saint-Avold (Moselle), de Lembach (Bas-Rhin) et d'Erlenbach (Bavière rhénane). Les filons d'Osenbach et de Bulach qui viennent d'être cités montrent aussi que dans les mêmes contrées l'arrivée du cuivre gris est postérieure au grès des Vosges. D'ailleurs le filon de Güte-Gottes, près Wittichen, qui renferme de l'argent natif et du cobalt arsenical, passe du granite dans le grès des Vosges auquel il est par conséquent postérieur; il en est de même du filon de Saint-Antoine; il faut ajouter cependant que ces derniers filons deviennent à peu près stériles dans le grès. Ainsi, dans les Vosges et dans la Forêt-Noire, un certain nombre de filons de fer, de plomb, de cuivre, d'argent, de cobalt, pénètrent jusque dans le grès des Vosges ou même dans le grès bigarré.

L'exploitation du plomb, du cuivre, de l'argent, du cobalt se poursuit encore dans la Forêt-Noire, tandis que dans les Vosges l'exploitation des mêmes métaux, qui a été productive pendant près de six siècles, est aujourd'hui abandonnée. Plus tard, peut-être le travail des filons des Vosges sera repris dans la profondeur, et alors, bien que les règles des mineurs sur les allures des filons soient généralement locales, l'exploitation persévérante des mines correspondantes dans la Forêt-Noire nous fournira des données utiles.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. le professeur T.-A. Catullo :

Pour accompagner mon prodrome de géognosie paléozoïque des Alpes vénètes, que j'adresse à la Société et dont je vais publier la continuation, je crois devoir rappeler aux membres illustres qui la composent quelques observations consignées dans son bulletin, et qui ne sont point d'accord avec les miennes dans la Vénétie et le Tyrol allemand (vallées de Larinal-Lungo, Buchenstein, Posteria, etc.). Avant de m'arrêter sur ce qui concerne la paléontologie, je dois prévenir qu'à la fin de janvier 1842, par suite des discussions de la section de géologie du congrès de Florence, je consignais dans le journal de l'Institut lombard mon écrit sur le terrain triasique des Alpes bellunèses, et dans les réunions du

Congrès scientifique de Milan (1844), je revins sur ce sujet, et j'invitai Pasini à me suivre dans la course que je projetais dans le haut Cadore, après le Congrès, afin qu'il pût s'assurer par ses propres yeux de la vérité de mes observations opposées aux siennes. Pasini accepta l'invitation, mais ne tint point sa promesse. Je choisis à sa place, pour m'accompagner à ce gisement, M. de Zigno; mais le mauvais temps, la saison souvent froide et pluvieuse ne nous permirent pas de revoir tous les lieux où j'avais recueilli, un an auparavant, les fossiles triasiques déjà décrits et figurés en quatre planches soumises au chevalier de Collegno, au Congrès de Naples (Journal de ce congrès, page 71). La même année 1845, je traversai les Alpes de Cadore (vallées du Boite et de Toblach). Arrivé au Tyrol allemand, je laissai à gauche le pays d'Inningen, pour monter la vallée de Sisto, avec le projet de voir à mon retour les Alpes orientales de Cadore même, qu'aucun géologue n'a encore explorées. Dans cette longue traversée, je fis toutes les observations enregistrées dans le mémoire que j'ai l'honneur de présenter à la Société (1).

Ce mémoire, publié dans l'hiver de 1846, est connu des principaux géologues étrangers, qui s'étonneront, certes, de voir, dans la note que M. de Collegno a fait lire à la Société le 5 avril 1847, attribuer à d'autres la reconnaissance des espèces fossiles du trias que j'avais décrites et figurées en 1845, et depuis reproduites avec les types de Modène en 1846. J'ai le premier fait connaître que le muschelkalk de la Vénétie paraît très répandu dans le haut Bellunèse et dans la Carniole, où il contient, parmi les fossiles qui lui sont particuliers, quelques espèces réputées propres au calcaire dévonien de Boulogne-sur-Mer et d'autres pays. Tels sont la *Terebratula elongata* de Schlotheim, l'*Orthis elegans* de Bouchard-Chantereaux, le *Spirifer Verneuili* de Murchison, la *Posidonia Becheri* dont M. de Verneuil assure avoir trouvé des individus dans le calcaire dévonien des environs de Clausthal (séance du 3 mai 1847, tome IV, 2e série, page 759).

Quant au calcaire ammonitique rouge que le baron de Buch a

(1) Il y a, parmi les phénomènes non encore observés, des alternances de puissantes assises verticales de micaschiste et de grès rouge (San-Stefano di Comedico, à gauche de la Piave), produites à l'époque où la première de ces roches, se relevant, souleva le grès déjà existant à une hauteur d'environ 2,000 mètres (Monte-Croce), formant au pied des éminences environnantes cette bande de micachiste qu'on voit au-dessous de Dosoledo et s'étend vers l'E. (Presenaggio) pour plonger sous les formations jurassiques de la Carniole.

enlevé au système crétacé pour le réunir aux roches de formation jurassique, je crois avoir démontré qu'on ne peut le séparer de la formation néocomienne sans blesser les principes établis par la paléontologie, je dirai même par la saine géognosie, puisque les assises de l'un alternent en diverses localités avec les assises de l'autre, et contiennent ensemble la faune d'une même période géologique (*Prodrome*, p. 132).

Si je ne m'étais occupé l'année dernière à répondre à l'opuscule sur la *non-promiscuité des fossiles entre le biancone et le calcaire ammonitique rouge*, l'ouvrage de Quenstedt sur les fossiles de Tübingen m'en épargnerait la peine; il est une réfutation tacite de tout ce qui a été écrit en faveur de la réunion proposée du calcaire ammonitique au Jura; et puisque nous sommes sur ce sujet, il est juste de faire observer aussi combien est risqué le jugement émis par M. Coquand (séance du 10 janvier 1848), quand il déclare qu'il y a en Italie *un seul géologue qui ait su convenablement appliquer l'étude des fossiles à la détermination géognostique des assises qui les contiennent*, sans écarter en rien le doute qu'aux espèces propres au calcaire ammonitique rouge se joignissent par hasard les espèces rapportées au *biancone*, comme il est arrivé à d'autres de le démontrer dans les Congrès scientifiques de Naples et de Gênes. Le silence de M. Coquand, à ce sujet, est blâmable puisqu'il n'ignorait pas qu'en 1846 j'avais publié, peut-être avec trop de hâte, la description et les figures des fossiles que j'avais trouvés communs au calcaire néocomien (*biancone*) et au calcaire ammonitique rouge de l'État de Venise. Il est d'autant plus blâmable en cela, qu'il annonçait lui-même, dans le premier de ces calcaires, l'existence de la *Terebratula antinomia* (*T. diphya*), espèce qui en même temps se trouve abondamment dans le calcaire ammonitique de nos Alpes. Je l'ai recueillie dans le *biancone* du Bellunèse, accompagnée d'autres fossiles que M. Coquand regarde comme jurassiques, savoir: l'*Aptychus lamellosus* et *A. latus* de Voltz. MM. Renaux et de Malbos assurent l'avoir recueillie dans les assises plus modernes du terrain néocomien (séance du 6 septembre 1846, tome III, page 631).

Je demande pardon à la Société, si, relativement à la *Terebratula antinomia*, je suis forcé de répéter ce que j'ai écrit autre part (*Neu. Jahrbuch*, 1848); mais je dois rappeler qu'il y a des géologues qui, malgré tout ce que j'ai écrit sur ce singulier brachiopode, lui appliquèrent à tort le nom de *Terebratula diphya*, espèce qu'aucun naturaliste moderne n'a encore rencontrée, et qui se trouve seulement figurée dans l'Ecphasis de Fabio Colonna, sous la dénomina-

tion de *Concha diphya*. Le célèbre de Buch, à la vue du dessin publié par Colonna en 1616, établit que la *Terebratula antinomia*, la *T. deltoidea* de Lamarck et la *T. triquetra* de Parkinson, ne sont que des variétés de la *Concha diphya* de Colonna, rapprochement auquel je me suis rigoureusement opposé dans un mémoire, accompagné de figures, inséré dans le cinquième volume des *Actes de l'Académie de Padoue*, 1838.

Dans les années postérieures à 1843 j'envoyai aux paléontologues de France les dessins de la *Terebratula antinomia*, pour qu'ils eussent l'obligeance de me dire ce qu'ils pensaient sur ma découverte. M. Bouchard-Chantereaux, le même qui démontra dernièrement la nécessité de séparer des Térébratules la *Terebratula pumila* de Lamarck, pour la placer, contre l'avis de M. de Buch, dans le genre *Magas* de Sowerby (Bulletin, séance du 17 juin 1848), m'écrivit à ce sujet dans les termes suivants : *Je désirerais tout particulièrement les* Terebratula dyphia *et* antinomia ; *relativement à cette dernière, je partage entièrement votre manière de voir, et je suis, comme vous, convaincu que dans leurs formes percées vers le centre, il y a plusieurs espèces avec lesquelles on peut former un groupe charmant.*

M. le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Jackson :

Remarques sur la géologie du district métallifère du lac Supérieur, par M. Jackson.

(Extrait par M. Delesse, ingénieur des mines.)

Les relations des Jésuites français qui ont visité le lac Supérieur font connaître qu'il y a plus de deux cents ans, les Indiens retiraient une grande quantité de cuivre natif sur les bords du lac, ainsi que dans les lits des rivières qui s'y rendent ; ce cuivre était sacré pour les Indiens, qui le croyaient rejeté du fond du lac par le grand Esprit des eaux. Les Jésuites ne disent cependant pas s'ils ont vu des filons de cuivre en place, ou si des travaux de mines avaient été entrepris par les Indiens ; mais, en 1844, on a découvert près de la rivière Eagle, que les aborigènes avaient exploité le cuivre dans les filons, et qu'ils en avaient façonné des couteaux ainsi que des pelles. Cette observation m'a paru très intéressante, et des recherches dans les autres mines m'ont toujours fait trouver les marteaux de pierre des Indiens, qui prouvent que les tribus

originaires avaient entrepris partout quelques travaux de mines superficiels. Près d'Eagle Harbor, la compagnie des mines de cuivre du N.-O. a constaté que les Indiens avaient creusé jusqu'à la profondeur de 6 pieds dans le gîte métallifère. C'est une erreur de croire que ces travaux aient été exécutés par un peuple civilisé ou par une race supérieure, car les marteaux qu'on y retrouve ont bien une origine Chippeway, et sont ceux dont tous les Indiens du Nord faisaient usage avant l'arrivée des Européens.

Je suis parfaitement convaincu que les mines exploitées maintenant par les mineurs européens et américains étaient connues et exploitées superficiellement par les Peaux-Rouges, cent et peut-être mille ans avant la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb.

Quand les Européens eurent répandu l'usage du fer, les Indiens abandonnèrent leurs mines de cuivre, dont le gisement dut être découvert de nouveau.

Les premières recherches scientifiques sur les mines du lac Supérieur ont été faites par feu mon ami le docteur Douglas Houghton.

En 1843, le général James Wilson obtint du ministère de la guerre une concession de trois milles carrés dans le Michigan, et à l'endroit où la rivière Eagle se jette dans le lac Supérieur. A partir de cette époque, l'exploitation des mines du lac Supérieur commença à se développer, et maintenant elle est arrivée à un état remarquable de prospérité.

Après ce préambule historique sur les mines du lac Supérieur, je vais faire connaître la description géologique de quelques localités importantes.

Les mineurs distinguent deux classes de filons au lac Supérieur : 1° ceux qui sont parallèles aux roches stratifiées traversées par le trapp ; 2° ceux qui coupent ces mêmes roches transversalement et sous des angles divers : ces derniers sont ceux qui sont exploités avec le plus de confiance par les mineurs ; cependant sur la rivière de l'Ontanagon on exploite avec avantage du cuivre natif dans des filons de la première classe, et il est probable qu'on en exploitera aussi dans l'île Royale.

Les premiers filons ont à peu près une direction E.-N.-E. O.-S.-O. qui suit les mouvements de la ligne du contact du trapp et du grès, et ils sont intercalés entre ces deux roches, soit dans l'amygdaloïde, soit dans l'épidote qui est la gangue la plus habituelle du cuivre.

Des murs réguliers de cuivre natif, de plusieurs pouces d'épais-

seur, ont été observés dans les nouvelles mines de l'Ontanagon, et des feuillets d'une étendue considérable ont été trouvés dans les filons à l'E. et à l'O. de l'île Royale.

Les filons de la deuxième classe, ou filons transversaux, sont généralement dirigés N. 26° à 30° O.—S. 26° à 30° E., et, par conséquent, ils coupent la direction des précédents; ils sont surtout riches dans les trapps amygdaloïdes, et au delà on ne les a pas avantageusement exploités. Dans le trapp compacte ils s'amincissent, et ils se réduisent à de petites feuilles de cuivre métallique. La gangue contient les minéraux suivants : Prehnite, chaux carbonatée spathique, laumonite, leonhardite, quartz, datholite, chabasie, mesotype, apophyllite, feldspath, analcime et wollastonite. Le minéral le plus abondant de la gangue est la prehnite, qui forme des bandes régulières et symétriques des deux côtés des fissures, et qui, au centre, présente des surfaces botryoïdes. A la surface, les filons ont seulement 6 pouces d'épaisseur ; on y voit de petites lamelles de cuivre dont la présence est indiquée par des mouches de carbonate vert de cuivre, résultant de l'altération atmosphérique ; quand on suit ces veines dans la profondeur, la prehnite diminue et finit même par disparaître, tandis que les lamelles de cuivre augmentent et la remplacent même complétement.

A la mine de la compagnie de Boston et Pittsburg, à la partie supérieure, le filon présente seulement 6 pouces d'épaisseur et contient quelques lamelles de cuivre, mais il augmente dans la profondeur ; à 200 pieds, il a 1 1/2, puis 2 pieds d'épaisseur ; il contient dans ce dernier cas 5 à 30 pour 100 de cuivre métallique avec un peu d'argent : à la base des roches dans lesquelles le filon est exploité, on peut estimer que son épaisseur, qui est un peu cachée par le sol, est de 3 pieds. Enfin à 226 pieds au dessous de la base du rocher, on trouve de grandes plaques de cuivre ayant depuis quelques pouces jusqu'à 3 pieds d'épaisseur ; ces masses de cuivre remplissent le filon, et la prehnite a disparu ainsi que les autres zéolithes ; l'une de ces masses a pesé jusqu'à 80 tonnes. Le filon a du reste été suivi jusqu'à 526 pieds de profondeur.

La mine de Boston et Pittsburg exploite annuellement 100 tonnes de cuivre natif renfermant 60 pour 100 de cuivre pur lorsqu'il est débarrassé de sa gangue ; il est bien probable que les mines de North American, Copper-Falls, North-West, Phenix, seront aussi exploitées avantageusement ; le cuivre s'y trouve du reste dans des relations de gisement identiques avec celles qui viennent d'être décrites.

A la mine de Copper-Falls, on a trouvé une masse pesant 8 ton-

nes, formée de cuivre très pur, ayant la densité et la malléabilité du cuivre du commerce ; il était accompagné d'une forte proportion d'argent.

Le cuivre est complétement séparé de l'argent qui lui donne en quelque sorte un aspect porphyrique, et il est bizarre qu'il n'y ait pas eu d'alliage, mais seulement une légère cémentation des deux métaux près du contact. Cette séparation du cuivre et de l'argent, qui est extrêmement remarquable, n'est pas exceptionnelle, mais elle s'observe dans toutes les mines du lac Supérieur dans lesquelles on trouve ces deux métaux réunis ; les expériences que j'ai entreprises pour expliquer cette séparation m'ont conduit à des résultats négatifs.

Les mines de la compagnie du Phénix sont riches en cuivre natif et en argent, et quoique le filon de prehnite n'ait que quelques pouces d'épaisseur, dans la profondeur il se changera probablement en cuivre pur ; des masses de cuivre et d'argent ont été trouvées dans un ravin voisin.

Les filons ont-ils été remplis par injection ignée, par sublimation, par un dépôt aqueux ou galvanique ? C'est une question d'un grand intérêt pratique et scientifique sur laquelle les géologues et les mineurs sont loin d'être d'accord.

Les objections qu'on peut faire contre l'hypothèse d'une origine ignée sont : 1° que le cuivre a pris l'empreinte de cristaux de prehnite qui, au contact, n'a pas été rendue anhydre par le cuivre fondu ; 2° que si le cuivre avait été fondu, son point de fusion étant beaucoup plus élevé que celui de l'argent, ce dernier métal se serait nécessairement allié avec lui, tandis qu'au contraire il n'en contient pas, quoique des filets d'argent soient mêlés d'une manière intime avec le cuivre métallique. Ces objections s'appliqueraient également à l'hypothèse de la sublimation du cuivre et de l'argent, puisque l'argent n'est pas volatil à la température de nos fourneaux.

Dans l'hypothèse d'un dépôt aqueux, il faut supposer une dissolution chimique du cuivre et un réactif capable de précipiter le cuivre ; or le résultat de la décomposition devrait se retrouver dans le filon ; en outre il faudrait supposer une dissolution de cuivre bien concentrée pour produire des masses de cuivre métallique ayant 1 à 3 pieds d'épaisseur et remplissant entièrement les fentes de la roche dans lesquelles on les trouve.

On a supposé qu'une ségrégation galvanique expliquerait l'origine de ces filons de cuivre ; mais d'où le cuivre a-t-il été ségrégé ? Il est impossible que le galvanisme ait pu tirer le cuivre des roches

de trapp ou de grès ; et il serait difficile de concevoir où seraient les pôles d'une pile voltaïque assez puissante pour produire le dépôt de masses de cuivre aussi grandes.

On sait que les trapps sont magnétiques et polaires ; c'est ce qui a été bien démontré par le docteur Locke et par d'autres observateurs pour les roches du lac Supérieur ; cette propriété résulte de l'action par induction du magnétisme terrestre sur la grande quantité de minerai de fer magnétique contenu dans le trapp ; j'ai constaté, en effet, qu'un trapp essayé à la forge a donné environ 12 pour 100 de fer métallique (voy. *Annales des mines*, 4e série, t. XV, *Sur le pouvoir magnétique des roches*, p. 502). On ne peut, à l'aide de l'aiguille magnétique, reconnaître s'il y a des courants électriques dans le cuivre métallique, car la déviation de l'aiguille est due à l'influence du magnétisme polaire du trapp.

La présence de cristaux de cuivre natif dans des cristaux de prehnite, de datholite, de chaux carbonatée et de quartz, indique bien une formation simultanée du cuivre et des minéraux qui le renferment. Si l'on admet la formation ignée par injection ou par sublimation des zéolithes et de la chaux carbonatée, comment expliquer que la jacksonite ou la prehnite anhydre soit le seul minéral non hydraté ?

On peut se demander si le cuivre natif des amygdaloïdes était répandu d'abord dans le grès, ou s'il a été apporté mécaniquement par le trapp ? On a dit que le grès, étant formé des détritus de roches plus anciennes, pouvait contenir du minerai de cuivre qui se serait déposé en même temps que lui, et qui aurait ensuite été réduit à l'état métallique par le trapp. Cette idée serait admissible, s'il était démontré que, dans le voisinage du trapp, le grès contient du cuivre en quantité suffisante pour avoir pu donner celui que l'on observe dans les amygdaloïdes, ce qui n'est pas. On a dit aussi que le dépôt du minerai pouvait avoir eu lieu dans certaines parties du grès dans lesquelles il avait ensuite été réduit par le trapp ; mais il faut avouer que cela supposerait un degré remarquable d'intelligence au trapp, qui aurait, en quelque sorte, pu deviner les places dans lesquelles le minerai avait été déposé. Il me semble, quant à moi, que l'on ne peut attribuer l'origine du cuivre à d'autres causes qu'à celles qui ont produit le trapp lui-même, et il est bien probable qu'il est venu avec lui de l'intérieur de la terre. Il y a dans le conglomérat des veines de carbonate de chaux spathique contenant des cristaux de cuivre dont quelques uns pèsent quelquefois une demi-livre, et qui ont généralement la forme du dodécaèdre rhomboïdal : dans les veines de chaux carbonatée de

la mine Agate-Harbor, il y a des masses de cuivre pesant quelques centaines de livres.

A la mine Copper-Harbor, de larges veines d'oxyde de cuivre noir et solide ont été trouvées dans le conglomérat. On ne connaît du reste ce minéral en quantité considérable dans aucune autre localité : il formait une veine de 14 pouces d'épaisseur, qui a donné pendant quelque temps un minerai rendant 60 à 70 pour 100 de cuivre métallique ; mais bientôt la veine traversa une couche de grès fin dans lequel elle se réduisit à de la chaux carbonatée. M. Teschemachet a trouvé parmi la masse d'oxyde noir de la mine de Copper-Harbor des cristaux réguliers et cubiques de cet oxyde ; ces cristaux montrent que le minerai n'est pas du cuivre métallique souillé par des matières terreuses, comme on l'avait admis ; un échantillon de ce minerai pur, analysé dans mon laboratoire, a donné 79,86 de cuivre.

A la mine de Copper-Harbor, on trouve aussi le chrysocole ou l'hydrosilicate vert de cuivre, ainsi que le silicate noir qui contient une moindre proportion d'eau (voy. dans les *Annales des mines*, 4e série, 1846, t. IX, page 587, la notice publiée par M. Delesse sur les hydrosilicates de cuivre verts et noirs). On peut concevoir que ces minerais résultent de la décomposition d'une solution de cuivre et d'une solution de chaux. Quant à l'oxyde noir, il peut avoir été déposé, soit par une solution, soit par une sublimation. On connaît d'ailleurs l'oxyde noir de cuivre sublimé au cratère du Vésuve, et il est en petites lamelles éclatantes comme le fer spéculaire.

Le chloride de cuivre est volatil et se sublime dans le cratère du Vésuve aussi bien que dans nos fourneaux : les expériences de M. F.-W. Davis ont complétement démontré qu'une quantité considérable de cuivre se perd par sublimation, quand on traite des minerais contenant des chlorides de ce métal.

Ces faits pourront servir dans la suite à expliquer la formation des filons métalliques ; mais, dans l'état actuel de la science, la théorie de cette formation est encore très obscure.

Quant à l'âge du grès du lac Supérieur, il y a eu et il y a des différences d'opinion ; on n'y trouve d'ailleurs pas de fossiles déterminables, et par conséquent on est privé du moyen le plus usuel pour déterminer cet âge. Quant à moi, dès 1844, j'ai pensé, à cause du caractère minéralogique et géologique, à cause de l'identité des minéraux qu'ils contiennent et de leur parallélisme, que les grès de la Nouvelle-Écosse et du lac Supérieur étaient contemporains, et qu'ils devaient être rapportés au nouveau grès

rouge, et au moins être considérés comme de même âge que les grès de la Nouvelle-Écosse, du New-Jersey et du Connecticut; cette opinion, je crois devoir la maintenir.

Dans la partie méridionale de Keweenaw-Point, on a découvert une masse étendue de calcaire silurien, autour duquel les couches de grès sont horizontales. Ce calcaire est siliceux, incliné à peu près à 30 degrés, et l'on y a trouvé un fragment de fossile, probablement un pentamère. Il résulte de ce qui vient d'être dit, que le grès recouvre le calcaire silurien, et par conséquent qu'il doit être rapporté soit au vieux, soit au nouveau grès rouge.

L'absence de fossiles dans ce grès porte d'ailleurs à croire que ce n'est pas le vieux grès rouge, et par conséquent c'est le nouveau grès rouge; cette opinion est aussi celle exprimée en 1846 par M. de Verneuil dans sa visite au lac. Quoiqu'on ait prétendu que le grès passe sous les roches siluriennes, je ne pense pas que ce fait ait encore été observé.

Séance du 17 juin 1850.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. José Elduyaen, ingénieur des ponts et chaussées au service d'Espagne, à Gijon (Asturies), présenté par MM. Paillette et de Verneuil.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, mai 1850.

De la part de M. Daubrée : 1° *Observations sur les alluvions anciennes et modernes d'une partie du bassin du Rhin* (extr. des *Mém. de la Soc. d'hist. natur. de Strasbourg*, t. IV); in-4, 27 p., 3 pl. Strasbourg, 1850, chez Ve Berger-Levrault.

2° *Notice sur les filons de fer de la région méridionale des*

Vosges, et sur la corrélation des gîtes des Vosges et de la Forêt-Noire; in-4, 12 p. Strasbourg, chez Ve Berger-Levrault.

De la part de M. Leymerie, *Tableau minéralogique du calcaire* (extr. des *Mém. de l'Acad. des sciences de Toulouse*); in-8, 23 p. Toulouse, chez Douladoure.

De la part de M. Ch. Martins, *Annuaire météorologique de la France pour* 1850, 2e *année*, par MM. J. Haeghens, Ch. Martins et A. Bérigny; in-4, 320 p., 2 cartes, Paris, 1850, chez Gaume frères.

De la part de M. Sorignet, *Oursins fossiles de deux arrondissements du département de l'Eure* (*Louviers et Andelys*); in-12, 84 p. Vernon, 1850, chez Barbarot.

De la part de M. Gregorio Verdu, *Curso*, etc. (Cours élémentaire de chimie de M. V. Regnault, traduit du français en espagnol par M. le lieutenant-colonel Gregorio Verdu); t. II, in-12, 408 p. Paris, 1850, chez Crapelet.

De la part de M. Arcangelo Scacchi, *Relazione*, etc. (Relation d'une éruption du Vésuve en février 1850, suivie du Journal des changements observés dans ce volcan depuis 1840 jusqu'à ce jour) (extr. des *Compt. rend. de l'Acad. roy. des sciences de Naples*); in-4, 40 p., 3 pl. Naples, 1850.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1849, 2e sem., t. XXIX, table; 1850, 1er sem., t. XXX, nos 22 et 23.

L'Institut, 1850, nos 857 et 858.

Bulletin de la Société de géographie, 3e série, t. XIII, no 76, avril 1850.

The Athenæum, 1850, nos 1180 et 1181.

Revista minera, no 1. Madrid, 1850.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, VIe sér., t. VI, 3e, 5e et 6e livr., 1849.

Mémoires présentés à l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, t. VI, 2e et 3e livr., 1848 et 1849.

Oversigt, etc. (Comptes rendus de l'Académie royale des sciences de Danemark, par M. H. C. Örsted); 1847, nos 1 et 2; 1848, nos 1 et 2.

Det Kongelige, etc. (Mémoires d'histoire naturelle et de

mathématiques de la Société royale des sciences de Danemark); 5e sér., Ier vol., 1849.

The Journal, etc. (Journal de l'Archipel indien et de l'Asie orientale); vol. IV, n° 1, janvier 1850.

M. Martins met sous les yeux de la Société des échantillons des roches striées dont a parlé M. Murchison dans la dernière séance, ainsi qu'une plaque prise sur un glacier actuel, des galets de nagelfluhe, etc.

M. Élie de Beaumont rappelle, à ce sujet, que M. Murchison a reconnu aussi que, parmi les blocs dont il a parlé, on en pouvait choisir dont les stries différaient de celles des glaciers actuels, mais qu'il en existait beaucoup d'autres parfaitement semblables.

M. Damour communique le travail suivant sur la composition chimique des Millépores, dont il a été question dans la dernière séance.

A la demande de M. Michelin, notre confrère, j'ai fait quelques recherches sur la composition de deux échantillons désignés sous le nom de Millépores, provenant de deux localités différentes : l'un de Bréhat (Côtes-du-Nord), où il est exploité pour faire de la chaux hydraulique; l'autre recueilli sur les côtes de la Méditerranée. Ces substances, qui, au premier aspect, pourraient être confondues avec des concrétions d'origine minérale, sont aujourd'hui classées parmi les algues. Il m'a paru intéressant de rechercher à quelle cause on doit attribuer la propriété qu'elles possèdent de donner de la chaux hydraulique par la simple calcination, et sans qu'il soit nécessaire d'y ajouter un mélange d'argile.

L'échantillon provenant de Bréhat se montre sous forme de rameaux coralloïdes de couleur blanc grisâtre, dont la plupart sont usés par le frottement et presque passés à l'état fossile. Il semble se rapporter à l'espèce connue sous le nom de *Millepora cervicornis*.

L'analyse faite sur 4 grammes de matière a donné en 10000es :

Carbonate de chaux. . .	0,8732	Acide carbonique.	0,3817
		Chaux	0,4915
Carbonate de magnésie..	0,0851	Acide carbonique.	0,0442
		Magnésie.	0,0409
Soude.	0,0045		
Potasse.	0,0034		
Oxyde ferrique.	0,0055		
Acide sulfurique. . . .	0,0089		
Acide phosphorique. . .	0,0023		
Matière organique . . .	0,0035		
Sable siliceux en grains.	0,0063		
Humidité.	0,0064		
	0,9991		

L'échantillon provenant de la Méditerranée a, comme le précédent, l'aspect lithoïde; sa dureté est égale à celle du calcaire; il est compacte dans la cassure, et se présente sous forme de lames curvilignes de 1 à 2 millimètres d'épaisseur, groupées entre elles, et s'entrecroisant dans tous les sens. Il se rapporte au genre *Spongites*.

L'analyse a donné :

Carbonate de chaux. . .	0,7736	Acide carbonique.	0,3381
		Chaux	0,4355
Carbonate de magnésie.	0,1132	Acide carbonique.	0,0588
		Magnésie.	0,0544
Soude.	0,0055		
Potasse.	0,0027		
Oxyde ferrique.	0,0008		
Acide sulfurique	0,0095		
Acide phosphorique. . .	0,0032		
Matière organique. . . .	0,0470		
Sable siliceux en grains.	0,0136		
Humidité.	0,0146		
	0,9837		

La propriété hydraulique de la chaux qui provient de ces matières, lorsqu'elles ont été calcinées, me paraît devoir être attribuée principalement à la présence de la magnésie, dont la proportion est très notable, aussi bien qu'à celle de l'oxyde de fer et des sels de soude et de potasse. En effet, si l'on compare la quantité de chaux pure contenue dans ces substances aux quantités réunies des autres matières (magnésie, oxyde de fer, sels de soude et de potasse), on trouve, sur l'échantillon de Bréhat, le rapport 49,15 : 6,55, c'est-à-dire que sur 100 parties de matière calcinée il y

aurait 88,25 de chaux, et 11,75 de magnésie, soude, potasse, acide sulfurique et phosphorique. Sur l'échantillon provenant de la Méditerranée, le rapport entre la chaux, d'une part, et la magnésie réunie aux sels alcalins, de l'autre, est comme 43,55 : 7,61, c'est-à-dire que sur 100 parties de matière calcinée il y aurait 85,13 de chaux, et 14,87 de magnésie, sulfates et phosphates de soude et de potasse.

Or, d'après les travaux de M. Vicat sur les mortiers hydrauliques, on sait que 10 parties d'argile unies à 90 de chaux sont suffisantes pour communiquer à cette dernière les propriétés hydrauliques, et que la magnésie peut être substituée à l'argile pour produire le même effet. Les proportions indiquées ci-dessus rentrent ainsi dans les limites établies par M. Vicat.

On aura remarqué sans doute que l'échantillon venant de Bréhat ne renferme qu'une bien faible proportion de matière organique, surtout si on le compare à celle qu'on observe sur l'échantillon de la Méditerranée. Ceci peut tenir à la différence des espèces, mais surtout à ce que le premier échantillon était usé à la surface, et en quelque sorte passé à l'état fossile. Un essai que j'ai renouvelé sur des fragments mieux conservés m'a montré que la matière organique est plus abondante, sur cette espèce, que l'analyse précédente ne l'indique.

Lorsqu'on expose ces substances à l'action d'un acide faible, tel que l'acide acétique étendu de son volume d'eau, il se produit une effervescence; la partie pierreuse se dissout en entier, et il ne reste plus qu'un tissu spongieux de matière organique très légère qui conserve dans tous ses détails la forme de l'échantillon. La matière organique exhale cette odeur alliacée que répandent les fucus et les varecs entrant en fermentation. Elle ne se dissout pas, ou du moins qu'en très faible proportion, dans la soude et la potasse caustiques. Desséchée au contact de l'air, elle se resserre considérablement. Elle brûle sans résidu lorsqu'elle a été suffisamment lavée. Les carbonates calcaire et magnésien qui s'y trouvent intimement unis, et dans une proportion si considérable, sont répartis, molécule à molécule, dans l'intérieur du tissu organique, qui est doué, sans doute, d'une action vitale capable d'exercer la décomposition de sels contenus dans la mer. Ces productions du règne végétal semblent ainsi correspondre aux polypiers dans le règne animal. Ils décomposent les sels solubles calcaires et magnésiens, les incorporent dans leur tissu organique après les avoir transformés en carbonates, et, par cette assimilation, ils

trouvent un appui et une solidité qui les met en état de résister à l'action des vagues ou des autres agents destructeurs.

Ces végétaux marins forment, en divers endroits, des bancs d'une grande étendue. La connaissance de leur composition pourra être de quelque utilité à la géologie, et servir à expliquer l'origine de certains calcaires magnésiens. Il sera bon de vérifier, sans doute, si la même proportion de magnésie se retrouve sur les différentes espèces : c'est un travail que je me propose de continuer. A cette occasion, je dois rappeler les analyses de M. Forchhammer sur de nombreuses espèces d'algues marines qui se trouvent exposées dans son mémoire intitulé : *De l'influence des Fucoïdes sur les formations géologiques* (*Journal fur praktical Chemie*, t. XXXVI, p. 385).

M. Deshayes dit que les différences observées entre les échantillons dépendent surtout de leur état de conservation : ceux qui sont très roulés contiennent moins de matière organique.

M. Damour reconnaît qu'en effet, parmi les échantillons qu'il a examinés, quelques uns étaient fort bien conservés; d'autres, au contraire, paraissaient avoir été roulés.

M. Alc. d'Orbigny rappelle que, dès 1839, M. Decaisne a annoncé que les Millépores étaient des plantes dont il a reconnu la fructification et tous les organes : elles contiennent beaucoup de calcaire, et en sont aussi encroûtées.

M. d'Archiac communique une lettre de M. Bellardi : elle contient la liste suivante :

Liste des fossiles de la formation nummulitique du comté de Nice, par M. L. Bellardi (1).

Ceratotrochus exaratus, Miln. Edw. et J. Haime.	*Flabellum Bellardii*, J. Ha. (2).
	— *costatum*, Bell.

(1) Les polypiers ont été déterminés par M. J. Haime; les Nummulites, par M. d'Archiac, et les échinodermes, par M. Eug. Sismonda. Cette liste est conforme au *Tableau de la faune nummulitique*, inséré dans le tome III, p. 226 et suivantes de l'*Histoire des progrès de la géologie*.

(2) *Flabellum Bellardii*. Un peu allongé, fortement comprimé,

Trochocyathus alpinus, Miln.Edw. et J. Ha.
— *cornutus*, J. Ha. (1).
— *cyclolitoides*, Miln. Edw. et J. Ha.
— *fimbriatus*, id., id.
— *pyrenaicus?*, id., id.
— *sinuosus*, id., id.
— *van den Heckei*, id., id.
Stylophora, indét.
Trochosmilia corniculum, Miln. Edw. et J. Ha.
— *irregularis*, id., id.
— *multisinuosa*, id., id.
— *vertebralis*, id., id.
Astrocœnia Caillaudi, id., id.
— *numisma*, id., id.
Stylocœnia emarciata, id., id.
Stylina Pereziana, Mich.
Latomeandra Bertrandi, J. Ha.
Montlivaltia bilobata, Miln. Edw. et J. Ha.
Cycloseris niceensis, id., id.
Astrea Beaudouini, J. H. (2).
— , indét.
Polytremacis, indét.
Orbitolites elliptica, Mich.
— *stellata*, d'Arch., var.
— *radians*, id.
— *submedia*, id.
Lunulides Bellardii, id., mss.
— *van den Heckei*, Mich.
Nummulina contorta, Desh.
— *discorbina*, Schlot., var. *a*.
— *intermedia*, d'Arch.
— *lævigata?* Lam., var. *c* et *e*.
— *Ramondi*, Defr.
— *Rutimeyeri*, d'Arch.
— *scabra*, Lam.
— *id.*, var. *maxima*.
— *spira*, de Roissy.
— *spissa*, Defr.
Operculina ammonea, Leym.
— *granulosa*, id.
Asterias, indét.
Cidaris nummulitica, Eug. Sism.
Hemicidaris Archiaci, id.
Pygorhynchus scutella, Agass.
Pygurus coarctatus, Agass. et Des.

---

surtout inférieurement, cunéiforme. Les faces de compression ne présentant pas de côtes saillantes; les bords latéraux garnis de crêtes peu prononcées, mais plus marquées dans le voisinage de la base. Calice subelliptique. Les axes sont entre eux comme 100 : 221. Les sommets du grand axe en ogive. Seize systèmes apparents composés chacun de trois cloisons dérivées. Les cloisons principales légèrement épaissies; les autres minces. Hauteur, 3 centimètres environ; grand axe du calice 2, 5. J. H.

(1) *Trochocyathus cornutus*. Très long, grêle, fortement arqué, à base recourbée, légèrement comprimé, soit dans le sens de la courbure, soit un peu obliquement. Côtes peu prononcées, à l'exception d'une ou de deux latérales qui sont un peu saillantes. Calice subovalaire. Il paraît y avoir 4 cycles complets avec un cinquième rudimentaire. Cloisons inégales, un peu épaisses en dehors. Longueur, 5 à 7 centimètres; largeur du calice, 13 millimètres. J. H.

(2) *Astrea Beaudouini*. En masse légèrement convexe. Calices tuberculaires peu serrés, peu inégaux; côtes nombreuses, assez fortes, alternativement un peu inégales en épaisseur; toutes bien développées; columelle spongieuse, très développée; une soixantaine de cloisons alternativement très inégales en étendue, assez minces, subgranulées, et dont la moitié arrive jusqu'à la columelle. Diamètre des calices 8 à 10 millimètres. J. H.

Echinolampas amygdala, id., id.
— *Beaumonti*, id., id.
— *ellipsoidalis*, d'Arch.
— *Francii*, Des.
— *politus*, Des Moul.
Amblypygus Agenoris, Eug. Sism.
Conoclypus anachoreta, Agass. et Des.
— *conoideus*, id.
— *subcylindricus*, id.
Eupatangus elongatus, id.
— *minimus*, Eug. Sism.
— *navicella*, Agass. et Des.
— *ornatus*, id., id.
Brissopsis contractus, id., id.
— *menippes*, Eug. Sism.
— *oblongus*, Agass. et Des.
Hemiaster obesus, Des.
Schizaster djulfensis, Dub.
— *Suderi*, Agass.
Serpula spirulæa, Lam.
— , indét.
— , indét.
Spirorbis, indét.
Septaria, indét.
Teredo Tournali, Leym.
Pholadomya affinis, Bell.
— *niceensis*, id.
— *Perezi*, id.
— *Puschii*, Goldf.
Solecurtus appendiculatus, Lam.
— *elongatus*, Bell.
— *striatus*, id.
Solen rimosus, Bell.
Panopæa intermedia, Sow.
— , indét.
Anatina rugosa, Bell.
Crassatella acutangula, id.
— *Archiaci*, id.
— *id.*, var. *a*.
— *semicostata*, id.
— *subrotunda*, id.
— *subtumida*, id.
— *sulcata*, Sow.
— *tenuistriata*, Desh.
— *trigonata*, Lam.
— , indét.
— , indét.

Corbula angulata, Lam.
— *gallica*, id.
— *niceensis*, Bell.
— *minor*, id.
— *pyxidata*, Desh.
— *rugosa*, Lam.
— *semicostata*, Bell.
— *truncata*, id.
— , indét.
Thracia rugosa, Bell.
— , indét.
Petricola elegans, Bell.
Tellina Benedenii, Nyst.
— *biangularis*, Desh.
— *donacialis*, Lam.
— *elegans*, Desh.
— *patellaris*, Lam.
— *prælonga*, Bell.
— *raristriata*, id.
— *sinuata*, Lam.
— *subrotunda*, Desh.
— *tenuistriata*, id.
— , indét.
Corbis lamellosa, Lam.
Lucina contorta, Defr.
— *elegans*, id.
— *gigantea*, Desh.
— *grata*, Defr.
— *mutabilis*, Lam.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
Cyprina complanata, Bell.
— *Nystii*, id.
— *tumida*, Nyst.
Cytherea incrassata, Desh.
— *nitidula*, Lam.
Venus Borsoni, Bell.
— *incrassata*, Sow.
— *striatella*, Nyst.
— *striatissima*, Bell.
— , indét.
— , indét.
Venericardia acuticostata, Lam.
— *angusticostata*, Desh.
— *asperula*, id.

Venericardia Barrandei, d'Arch.
— *decussata*, Lam.
— *imbricata*, id.
— *Perezi*, Bell.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
Cardium Bonelli, Bell.
— *discors*, Lam.
— *gratum*, Defr.
— *hippopæum*, Lam.
— *modioloides*, Bell.
— *niceense*, id.
— *Perezi*, id.
— *raristriatum*, id.
— *Rouaulti*, id.
— *semigranulosum*, Sow.
— *semistriatum*, Desh.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
Cypricardia tumida, Bell.
Isocardia acutangula, id.
Arca Bonelli, id.
— *Caillaudi*, id.
— *Genyi*, id.
— *granulosa*, Desh.
— *Perezi*, Bell.
— *simplex*, id.
— *van den Heckei*, id.
— , indét.
Pectunculus depressus?, Desh.
— *granosus*, Bell.
— *pulvinatus*, Lam.
— *striatissimus*, Bell.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
Nucula margaritacea, Lam.
— *ovata?* Desh.
Stalagmium grande, Bell.
Chama calcarata, Lam.
— *gigas*, Desh.
— *granulosa*, d'Arch.
— *latecostata*, Bell.
— *substriata*, Desh.
— *sulcata*, id.
Mytilus ellipticus, Bell.
— , indét.
Lima Perezi, Bell.
— *unistriata*, id.
— *spondylæa*, id.
Pecten amplus, id.
— *multistriatus*, Desh.
— *quadricostatus?*, Sow.
— *parvicostatus*, Bell.
— *solea?*, Desh.
— *subdiscors?*, d'Arch.
— *subopercularis*, id.
— *subtripartitus*, id.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
Plicatula Caillaudi, Bell.
Spondylus asperatus, Munst.
— *bifrons*, id.
— *cisalpinus*, Al. Brong.
— *horridus*, Bell.
— *limoides*, id.
— *multistriatus*, Desh.
— *paucispinatus*, Bell.
— *radula*, Lam.
— *rarispina*, Desh.
— , indét.
— , indét.
Ostrea Archiaci, Bell.
— *cubitus?*, Desh.
— *cymbula?*, Lam.
— *flabellula*, id.
— *gigantea*, Brand.
— *orbicularis*, J. de C. Sow.
— *vesicularis*, Lam.?
— , indét.
— , indét.
Dentalium grande, Desh.
— *niceense*, Bell.
Hipponice cornucopiæ, Lam.
— *dilatata*, id.
Bulla semicostata, Bell.
— , indét.
Melania costellata, Lam.
— *hordeacea*, var. id.
— *niceensis*, Bell.
Neritina conoidea, Desh.

Nerita crassa, Bell.
Neritopsis pustulosa, id.
Natica bicarinata, id.
— *cepacæa*, Lam.
— *hybrida*, Desh.
— *mutabilis*, id.
— *patula*, Lam.
— *ponderosa*, Desh.
— *sigaretina*, id.
— *Willemetii*, id.
Acteon costatum, Bell.
Vermetus? Genyi, id.
— ? *lævis*, id.
— ? *lima*, id.
— ? *limoides*, id.
Siliquaria lima, id.
Delphinula calcar, Lam.
Trochus cumulans, Al. Brong.
— *lævissimus*, Bell.
— *niceensis*, id.
Pleurotomaria concava, Desh.
— *Deshayesii*, Bell.
Turbo Saissei, id.
Phasianella, indét.
Turritella imbricataria, Lam.
Nerinæa supracretacea, Bell.
Cerithium contractum, id.
— *cornucopiæ*, Sow.
— *fodicatum*, Bell.
— *giganteum*, Lam.
— *subangulosum*, Bell.
— *subspiratum*, id.
— *van den Heckei*, id.
— *vellicatum*, id.
— , indét.
Pleurotoma clavicularis, Lam.
— *elongata?*, Desh.
— *goniophora*, Bell.
— *labiata*, Desh.
— *marginata*, Lam.
— *Perezi*, Bell.
— *prisca*, Sow.
— , indét.
Fusus conjunctus, Desh.
— *heptagonus*, Lam.
— *intortus*, id.
— *longævus*, id.
— *maximus*, Desh.
Fusus Noæ, Lam.
— *rugosus*, id.
— , indét.
— , indét.
Pyrula tricostata, Desh.
— , indét.
Rostellaria ampla, Nyst.
— *fissurella*, Lam.
— *goniophora*, Bell.
— *lævis*, id.
— *macropteroides*, id.
— *multiplicata*, id.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
Strombus Fortisii?, Al. Brong.
— *ornatus*, Desh.
— , indét.
Cassidaria Orbignyi, Bell.
— *striata??*, Sow.
Cassis Archiaci, Bell.
— *Deshayesii*, id.
— *Thesei*, Al. Brong.
Buccinum, indét.
Columbella terebralis, Bell.
Mitra niceensis, id.
— *plicatella*, Lam.
— *terebellum*, id.
— , indét.
Voluta musicalis, Lam.
— *torulosa*, Desh.
— , indét.
Ovula Bellardi, Desh., mss.
Cypræa angystoma, Desh.
— *corbuloides*, Bell.
— *elegans*, Defr.
— *Genyi*, Bell.
— *inflata*, Lam.
— *Levesquei*, Desh.
— *media*, id.
— *prælonga*, Bell.
— , indét.
— , indét.
— , indét.
Terebellum carcassence, Leym.
— *convolutum*, Lam.
Terebellopsis Brduni, Leym.
Ancillaria olivula, Lam.

Conus crenulatus, Desh.
— *deperditus*, Brug.
— *diversiformis*, Desh.
Nautilus imperialis, Sow.
Nautilus lingulatus, de Buch.
— *Perezi*, Bell.
— *regalis*, Sow.
Belloptera belemnitoidea, Blainv.

M. Michelin offre, de la part de l'auteur, M. Sorignet, curé de Vernonnet, une notice sur les Oursins fossiles des arrondissements de Louviers et des Andelys (Eure).

Le secrétaire donne lecture du mémoire suivant de M. Durocher :

Note sur la structure des montagnes de la Scandinavie et sur les phénomènes de soulèvement qui leur ont donné naissance, par M. J. Durocher.

Cette note est le résumé succinct de longues recherches qui seront développées dans un mémoire plus détaillé: je vais d'abord indiquer en peu de mots les caractères généraux de la structure des montagnes de la Scandinavie. Semblables à celles du Spitzberg, ces montagnes ne constituent point une véritable chaîne, assimilable à ces séries rectilignes et continues de rochers liés entre eux, dont nous offrent des types la chaîne des Pyrénées et celle des Alpes. Elles consistent en un ensemble de plateaux à surface ondulée et de sommités tantôt isolées, tantôt réunies par groupes. Ces montagnes se distinguent en général, surtout dans la partie méridionale de la Norvège, par l'absence de crêtes continues et d'axes rectilignes (1); les lignes de faîtes et les lignes de partage des eaux sont des courbes sinueuses et très irrégulières. Les vallées, considérées sous un point de vue purement orographique, ne peuvent être appelées ni longitudinales, ni transversales, car elles sont dirigées en des sens très divers; mais, sous le rapport géologique, beaucoup peuvent être considérées comme longitudinales ou transversales, suivant qu'elles sont disposées dans un sens parallèle ou perpendiculaire à la stratification du terrain. Très souvent elles

(1) D'après les renseignements qui m'ont été communiqués lors de mon voyage en Russie, les montagnes de l'Oural paraissent avoir de l'analogie avec celles de la Norvège; elles présentent aussi de vastes plates-formes dont la pente est faible du côté occidental, et il paraît que l'on passe, presque sans s'en douter, de l'Europe dans l'Asie boréale. Du reste, la disposition en plates-formes est générale pour les montagnes formées de terrains anciens, primitifs ou de transition.

aboutissent à un escarpement, et quand on est parvenu à le gravir, en suivant de petits ravins, ou en s'aidant des anfractuosités du roc, on atteint un plateau désert, nu ou couvert de glace, à la surface duquel il faut marcher souvent pendant plusieurs heures avant d'arriver à l'origine d'une des vallées situées du côté opposé.

Il y a lieu de distinguer deux groupes différents de hautes montagnes: le premier ou le plus méridional, compris entre le 59e et le 63e degré de latitude, offre de vastes plateaux élevés de 1,300 à 2,000 mètres et des pics plus ou moins aigus dont la hauteur varie de 1,500 à 2,605 mètres (1). Le Dovrefield a été généralement considéré comme une petite chaîne reliant les montagnes du nord aux montagnes du sud de la Norvège; mais il consiste en un plateau ondulé, qui appartient au groupe méridional, et l'intervalle qui le sépare de la zone montagneuse du nord est formé par une vaste dépression, du sein de laquelle surgissent quelques cimes isolées, et dont le fond est occupé par de grands lacs (Öresund, Ferager, Fœmund), d'où sortent la Glommen et le fleuve Fœmund.

Le second groupe de montagnes s'étend du S.-S.-O. au N.-N.-E. depuis le 61e jusqu'au 71e degré de latitude, et, à cause de son allongement dans un sens déterminé, il se rapproche un peu plus des véritables chaînes que le groupe méridional. Les plates-formes y sont beaucoup moins élevées : ainsi les parties basses de la ligne médiane ont une altitude variable de 6 à 800 mètres; sauf le Sulitelma et le Syltoppen ou Syttfiellet, dont les sommets sont élevés de 1,883 mètres et de 1,789 mètres, presque toutes les cimes ont une hauteur inférieure à 1,300 mètres.

Les plateaux de la Scandinavie sont remarquables par le contraste qu'offrent la petitesse de leurs pentes du côté oriental et les escarpements qui les terminent du côté de l'Atlantique. Des crevasses profondes, bordées de flancs abrupts, dont la hauteur surpasse quelquefois 1,000 mètres, se prolongent sur des longueurs de 10 à 20 myriamètres et laissent pénétrer la mer au milieu des

(1) Les mesures trigonométriques des ingénieurs norvégiens assignent une altitude de 2605 mètres à l'Ymesfield, autrement appelée Store Galdhöpiggen, qui paraît être la cime culminante de la Scandinavie : elle fait partie d'un groupe de pics nommé Jotungfield, et situé sous le 61e degré 1/2 de latitude; plusieurs de ces pics ont une élévation d'environ 2500 mètres. Après eux vient le Sneehättan, qui repose sur le plateau du Dovrefield, et ne s'élève, d'après mes observations, qu'à 2295 mètres.

plateaux couverts de neige et jusqu'à la base des cimes culminantes. Par suite de la disposition générale de ces montagnes en forme de plateaux, une partie assez considérable de la Norvège est inhabitable et privée de végétation ; on y voit des champs de glace et de neige plus vastes que dans le reste du continent européen.

Quant à la multiplicité des lacs en Norvège, en Suède et en Finlande, elle me paraît tenir principalement à ce que les accidents de la surface du sol, au lieu d'être subordonnés à un système rectiligne unique ou tout à fait prédominant, sont le résultat de soulèvements nombreux et embrassant des espaces plus ou moins circonscrits. Ces cataclysmes ont produit des montagnes discontinues et des milliers de collines, de formes arrondies, dont l'origine peut être attribuée en grande partie à l'éruption de masses granitiques et amphiboliques au milieu du gneiss et autres roches schisteuses. Quoi qu'il en soit, ces protubérances orientées dans des sens différents laissent entre elles des dépressions plus ou moins étendues qui servent de réservoirs aux eaux.

Les observations stratigraphiques fort nombreuses que j'ai faites dans les diverses parties de la Norvège, de la Suède et de la Finlande pendant le cours de deux longs voyages, m'ont servi à déterminer les principaux systèmes de soulèvement qui ont redressé les terrains azoïques et paléozoïques (terrains primitifs et de transition) et qui ont produit la configuration de ces contrées. A l'étude stratigraphique des roches schisteuses j'ai joint celle des principaux accidents orographiques et des alignements des groupes les plus considérables de gîtes de fer oxydulé et oligiste. D'abord j'ai pu reconnaître les traces de plusieurs des systèmes qu'a fondés M. Elie de Beaumont et du système de la Vendée qui a d'abord été signalé par M. Rivière, puis en suivant les principes qui ont servi de base aux savants travaux de M. Élie de Beaumont, j'ai été conduit à créer de nouveaux systèmes de soulèvement.

Ce n'est peut-être pas sans étonnement que l'on envisagera la multiplicité des phénomènes que je vais signaler comme ayant laissé des traces dans le nord de l'Europe : mes conclusions sont basées sur plus de trois mille observations de directions de terrains stratifiés ou schisteux, indépendamment des données fournies par les accidents orographiques et par les alignements des mines de fer. Quelques uns de ces nouveaux systèmes peuvent n'être que des phénomènes locaux, mais plusieurs ont une importance évidente, d'autant plus que déjà j'ai pu en reconnaître des traces dans d'autres parties de l'Europe. Je ferai aussi observer que les terrains schisteux de la Scandinavie remontent très

probablement aux époques les plus anciennes, et que nulle part en Europe ils ne paraissent offrir un développement aussi considérable et ne s'étendent sur d'aussi vastes surfaces. La simple inspection d'une carte géographique un peu étendue suffit pour montrer que la Scandinavie a été soumise à des phénomènes de dislocation très multipliés. En aucun autre pays de l'Europe on ne trouverait un littoral aussi découpé ou pour mieux dire aussi haché que la côte norvégienne. Ses longues découpures entrecroisées et dirigées dans des sens très divers ne résultent certainement point d'actions érosives : des crevasses aussi profondes et à parois escarpées ne peuvent être que des déchirures produites par différents phénomènes de dislocation.

Du reste, je suis convaincu depuis longtemps que les principaux groupes de montagnes de l'Europe portent l'empreinte de soulèvements ou de dislocations multiples, que l'on parviendra à constater avec précision dès que l'on possédera un ensemble suffisant d'observations. Déjà j'ai montré dans les Pyrénées (1) l'action successive de systèmes de soulèvements plus multipliés qu'on ne le croyait auparavant. La comparaison des traits orographiques et stratigraphiques m'a fait découvrir en Scandinavie une complexité encore plus grande, et dans quelque temps je déduirai des conclusions analogues des nombreuses observations que depuis plusieurs années j'ai recueillies dans l'ouest de la France. La manière de voir que j'exprime ici sur la multiplicité des phénomènes qui ont produit chaque groupe de montagnes est d'ailleurs parfaitement en harmonie avec les nouveaux progrès qu'a faits la théorie des soulèvements par suite des derniers travaux de M. Élie de Beaumont.

Systèmes antérieurs à l'époque silurienne.

Système d'Arendal ou du bas Tellemark. — La comparaison des observations stratigraphiques très multipliées que j'ai faites en Suède, en Norvège et en Finlande, m'a démontré ce fait remarquable, que les systèmes qui y ont joué le principal rôle dans le soulèvement des schistes anciens ne sont point des systèmes déjà connus. Celui que je regarde comme le plus développé, celui qui se manifeste dans presque toutes les parties du nord de l'Europe me paraît devoir être appelé *système d'Arendal* ou *du bas Tellemark*,

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. VI, p. 54 (1844).

parce que c'est dans cette région qu'il est le plus clairement marqué: il y est dirigé moyennement de l'E. 42° 1/2, N. à l'O. 42 1/2 S. et ainsi il est intermédiaire entre les deux systèmes du Westmoreland et de Longmynd, qui, transportés ici d'après les principes établis par M. Élie de Beaumont, font avec le méridien des angles d'environ 60 et 32 du côté de l'Est. On se fera une juste idée de ce nouveau système, si l'on considère que les roches schisteuses du bas Tellemark et les nombreux gîtes de minerai de fer des environs d'Arendal sont orientés moyennement dans un sens à peu près parallèle à cette partie de la côte. La configuration du littoral, depuis les environs d'Arendal jusqu'à Langesund, forme avec la côte située plus au nord un contraste si frappant, que l'antériorité de ce système à l'époque silurienne me paraît indubitable. La ligne de démarcation, qui est tout à fait tranchée, se trouve précisément au fiord de Langesund, qui sépare la formation paléozoïque du gneiss primitif; et sur la ligne de contact, le gneiss en couches redressées dans un sens voisin du N.-E. est recouvert par les couches siluriennes qui inclinent très faiblement vers l'E.-N.-E. L'existence du système d'Arendal me paraissant démontrée, je me borne à ajouter qu'il se dessine nettement jusqu'à l'extrémité septentrionale de la Norvège, tant par les découpures de certaines parties de la côte que par les directions des roches schisteuses. Un système aussi fortement développé en Scandinavie a dû certainement exercer une action sur les terrains anciens d'autres parties de l'Europe. En effet, l'inspection d'une carte géologique de l'Europe y fait découvrir plusieurs traits orographiques et stratigraphiques, qui paraissent se rattacher au même phénomène, soit en Allemagne, soit dans l'ouest de la France et dans les îles Britanniques; les schistes antésiluriens de ces contrées offrent assez souvent des directions qui sont comprises entre celles du système de Longmynd et du système du Westmoreland et qui probablement dérivent du système d'Arendal. Citons comme exemple la direction N.-E., qui est la plus fréquente dans les schistes anciens des montagnes des Maures et de l'Estérel (1).

Système des Kiöl (2). — Je nomme ainsi le système qui a produit le premier soulèvement N.-N.-E. de la ligne de monta-

---

(1) Voy. l'*Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 466.

(2) L'ordre dans lequel j'expose les différents systèmes qui ont soulevé les terrains de la Scandinavie est relatif à l'importance de leur développement et ne coïncide pas nécessairement avec l'ordre chrono-

gnes existant à la séparation de la Suède et de la Norvège, ligne qui, entre le 64e et le 69e degré de latitude, est dirigée moyennement du N.-N.-E. au S.-S.-O., de même que la côte adjacente. M. Élie de Beaumont avait, dans l'origine, considéré ces montagnes comme ayant été soulevées en même temps que les Alpes occidentales; dernièrement il a supposé qu'elles ont subi antérieurement l'action du système du Rhin. J'admets, comme cet illustre géologue, que ces deux systèmes n'ont probablement pas été sans influence sur l'élévation des montagnes de la Scandinavie, mais je reporte à une époque encore plus reculée l'origine première de ces montagnes en montrant qu'elles ont été soulevées suivant la même direction dès l'époque antésilurienne. En effet, on observe dans l'intérieur de la Suède des roches schisteuses et métallifères qui ont été redressées dans le sens du N. 25° E., tandis qu'à une distance peu considérable les couches siluriennes sont restées horizontales, bien que se trouvant sur la ligne même qui représente ce système. D'ailleurs la direction N. 25° E. est propre à de longues lignes d'amas de fer oxydulé et oligiste qui sont exploitées particulièrement dans la Dalécarlie méridionale et qui sont antérieures à l'époque silurienne. Les terrains schisteux des hautes montagnes de la Norvège et de la Suède occidentale présentent aussi fort souvent des directions N.-N.-E. appartenant au même système, que je regarde comme l'un des plus développés en Scandinavie, après celui d'Arendal. D'ailleurs, il me paraît certain que les montagnes de la Scandinavie avaient déjà été soulevées à une assez grande élévation avant le commencement de la période silurienne, et par suite fort longtemps avant le système du Rhin, car les dépôts fossilifères ne pénètrent point jusqu'au centre des montagnes; ils s'appuient sur leurs flancs et n'atteignent même pas à la moitié de l'élévation des cimes culminantes que forment les roches antésiluriennes.

Système de Tunaberg, du Justedal et du Langfield. — Ce système a sillonné la Scandinavie dans un sens presque parallèle à l'équateur; il coupe à angle droit le 7e méridien à l'est de Pa-

---

logique. L'ancienneté relative de ces divers systèmes et de ceux qu'a fondés récemment M. Élie de Beaumont ne peut être appréciée, dans beaucoup de cas, qu'à l'aide de considérations indirectes et plus ou moins positives. Les discussions dans lesquelles je serais ainsi entraîné trouveront mieux leur place dans le mémoire où j'exposerai tout l'ensemble de mes observations sur la constitution géologique de la Scandinavie.

ris. En direction il coïncide à peu près avec le système des Pays-Bas, mais il a influé d'une manière trop puissante sur le redressement des roches azoïques de la Scandinavie, même au voisinage des régions où les couches siluriennes n'ont pas été redressées, pour qu'il y ait lieu d'identifier ces deux phénomènes sous le rapport de l'âge. Le système que nous considérons maintenant a imprimé la direction la plus habituelle au gneiss des montagnes du Justedal et de la partie voisine du Langfield, ainsi qu'aux schistes cristallins de la Sudermanie, aux couches calcaires qui renferment les dépôts de cuivre et de cobalt de Tunaberg, et à la grande bande de marbre qui est exploitée à Kålmorden, et qui s'étend dans le sens de l'ouest - quelques degrés nord, le long de la lisière de la Sudermanie et de l'Ostrogothie. On doit rattacher au même phénomène des traits orographiques importants, tels que le golfe de Norrköping et beaucoup de fiords de la côte norvégienne.

Système du Dovrefield. — Ce système a produit les directions E. 20° à 21° N., qui sont les plus fréquentes dans les roches schisteuses du massif de hautes montagnes qu'on nomme le Dovrefield. Il se manifeste aussi par les directions des terrains anciens d'autres parties de la Norvège et par la disposition de plusieurs fiords du littoral ; en Suède il m'a paru être beaucoup moins développé. Comme les systèmes précédents, il est probablement antérieur à l'époque paléozoïque ; cependant je ferai observer que les couches siluriennes du bassin de Christiania présentent fréquemment des directions voisines de l'E.-N.-E., qu'on pourrait être tenté de lui rapporter ; mais elles ne sont vraisemblablement que la reproduction des directions imprimées antérieurement à des schistes plus anciens.

Système des collines de Torneå et du Ladoga oriental. — Ce système a produit des collines de granite mélangé d'un peu de gneiss, qui sont allongées entre le N. 10° à 15° O., et qui s'élèvent sur les rives du fleuve Torneå, un peu au-dessous de sa jonction avec le Mounio. C'est sur plusieurs de ces collines que les académiciens français ont jadis planté leurs signaux de triangulation pour la mesure d'un arc du méridien. Le même système a soulevé des roches schisteuses et cristallines qui s'élèvent à une centaine de mètres autour de la partie N.-E. du lac Ladoga, et il a produit sur le bord de ce lac des découpures faisant avec le méridien un angle de quelques degrés à l'Ouest ; c'est dans le même sens que courent les schistes micacés et amphiboliques dont le sol est formé. On peut aussi remarquer en Finlande plusieurs lacs et fleuves disposés de la même manière. Des directions correspondantes,

et par suite plus voisines du N.-N.-O., à cause des longitudes plus occidentales, sont fréquemment offertes dans les diverses parties de la Suède et de la Norvège, soit par les terrains anciens, soit par les découpures du littoral ou les accidents orographiques de l'intérieur du pays. Ce système est antérieur à la période paléozoïque, car autrement on ne comprendrait pas comment les forces qui ont redressé les schistes anciens du lac Ladoga auraient laissé dans la position horizontale les couches siluriennes inférieures des environs de Saint-Pétersbourg. Mais nous allons voir bientôt qu'à une époque plus récente les couches siluriennes et dévoniennes du Midi de la Norvège et de la Suède occidentale ont elles-mêmes été soulevées dans une direction peu différente.

Système méridien de la Scandinavie. — Sur les cartes géographiques de la Scandinavie, on voit que la frontière de la Suède et de la Norvège qui, au nord du 64e degré de latitude, est dirigée moyennement du N.-N.-E., au S.-S-.O., se dévie, à partir de ce parallèle, pour suivre une ligne de sommités orientées à peu près dans le sens du méridien. Sur certaines parties de la côte norvégienne, on voit aussi des découpures disposées parallèlement. De plus, les gîtes de minerai de fer et autres métaux de l'intérieur de la Suède, dont je possède des plans nombreux, forment souvent des bandes orientées du N. au S., ou plus exactement du N. quelques degrés E., au S. quelques degrés O. Les schistes cristallins cobaltifères de la vallée de Snarum ont aussi fréquemment une direction voisine du N., de même que les couches de gneiss qui s'étendent du lac Miösen à Helsingborg. Cet ensemble de traits orographiques et stratigraphiques paraît appartenir à un système particulier qui, par sa direction, est intermédiaire entre celui de Forez et celui du nord de l'Angleterre, et qui coïncide à peu près avec le 10e méridien à l'est de Paris, c'est-à-dire avec un méridien situé à la séparation de la Suède et de la Norvège, au midi du 64e degré de latitude ; c'est pour cette raison que je propose la dénomination de *système méridien de la Scandinavie*. Comme les roches azoïques ont subi plus particulièrement l'empreinte de ce système, je suis porté à le supposer antésilurien ; toutefois les terrains de transition de la Dalécarlie et du Hedemark s'étendent sur des plates-formes qui semblent être le prolongement de la ligne de sommités N.-S. que je signalais tout à l'heure. De plus, les terrains de transition de Christiania présentent fréquemment des traces de ruptures dirigées du N. au S. : le fiord de Christiania en est un exemple remarquable. Par conséquent, s'il y a eu, antérieurement à la période silurienne, un système de soulèvement

dirigé dans le sens du méridien, il a dû se produire aussi, à une époque plus récente, des dislocations dirigées dans le même sens. Ces derniers phénomènes seraient-ils simplement des effets de celui de la Corse qui coïncide avec un méridien peu éloigné du système de Christiania?

Traces des systèmes anciens déjà connus.

Système de Longmynd. — M. Élie de Beaumont, en examinant la carte géologique du midi de la Suède qu'a publiée M. Hisinger, y a reconnu des traces du système de Longmynd dans la partie de l'intérieur de cette contrée qui est comprise entre Göteborg et Gefle. Lorsque j'ai exploré la Suède, j'y ai vu comme en Norvège, les terrains azoïques offrir assez souvent des directions comprises entre le N. 30° et le N. 40° E., lesquelles peuvent être rapportées au système de Longmynd; néanmoins le système d'Arendal, qui en est voisin, se montre généralement plus développé: ainsi, sur les tableaux où j'ai rassemblé mes observations stratigraphiques, on remarque une beaucoup plus grande abondance de directions appartenant à ce dernier système. Fort souvent aussi le système de Longmynd est primé par celui des Kiöl; et comme les directions comprises entre le N.-N.-E. et l'E.-N.-E. sont généralement très nombreuses, il n'est pas toujours facile de distinguer celles qui doivent être rapportées à chacun des quatre systèmes des Kiöl, de Longmynd, d'Arendal et du Dovrefield. Il y a d'ailleurs des accidents orographiques, soit à l'intérieur des terres, soit sur la côte, qui paraissent appartenir au système de Longmynd; je citerai comme étant de ce nombre, plusieurs des îles de la côte de Stockholm et de la partie septentrionale de la Norvège (1).

Système de la Vendée. — Les directions N. 12° à 5° O., parallèles au système de la Vendée, sont assez fréquentes dans certaines régions de la Scandinavie, principalement dans la partie de la Norvège qui s'étend à l'ouest du Tyrifiord, aux alentours des vallées du Lauven Elv et du Snarum Elv. Les célèbres fallbandes de Kongsberg, ces assises de schistes cristallins pyritifères qui ont joué un rôle si important dans le dépôt du minerai d'argent natif et sulfuré, forment une zone longue d'environ trois myriamètres, et dirigée régulièrement du N. 10°. O. au S. 10° E. Cette zone

(1) L'empreinte du système de Longmynd se manifeste par l'orientation générale de la côte du Nordland et des îles Loffoden, situées entre le 68e et le 70e degré de latitude.

paraît appartenir au système de la Vendée, elle lui est parallèle eu égard aux différences de longitude, et elle remonte à une époque antérieure au dépôt du terrain silurien qui s'appuie dessus à stratification transgressive. Plusieurs vallées et d'autres accidents topographiques sont dirigés de la même manière.

Système du Morbihan. — Les directions des roches anciennes que l'on peut rapporter au système du Morbihan m'ont paru être peu nombreuses dans la partie orientale de la Suède; elles le sont davantage dans la zone occidentale et dans certaines parties de la Norvège : ainsi la région formée de gneiss qui s'étend du lac Miösen à Helsingborg, offre beaucoup de directions comprises entre le N.-O. et le N.-N.-O., qui paraissent se rattacher au système du Morbihan et à celui des collines de Torneå. Des directions parallèles au système du Morbihan sont fréquentes dans l'ouest du Jemtland, dans l'Österdal, dans le Guldbrandsdal et dans la province de Bergen. Il y a aussi des traits orographiques orientés de la même manière, soit à l'intérieur du pays, soit sur la côte de Norvège : je mentionnerai particulièrement les découpures du littoral de Bergen qui a été divisé par un grand nombre de fractures appartenant les unes au système du Morbihan, les autres au système de Torneå, et à des systèmes différents ; je citerai encore le golfe de Quœnanger dans le Finmark. Le système du Morbihan paraît avoir étendu son action vers l'Est jusqu'au N.-E. du lac Onéga, où affleurent de longues bandes de roches schisteuses et cristallines, qui, d'après la carte géologique de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, sont dirigées à peu près au N. 20° O. sous le 33e degré de longitude à l'Est de Paris ; elles courent à peu près parallèlement au système du Morbihan.

Système du Finistère. — Déjà M. Élie de Beaumont a rapporté au système du Finistère plusieurs lignes stratigraphiques et orographiques de l'intérieur de la Suède ; il en est effectivement qui par leurs directions E. - quelques degrés N., paraissent s'y rattacher. Mais l'ensemble des observations que j'ai faites dans le nord de l'Europe me porte à croire que ce système y est comparativement peu développé ; il l'est beaucoup moins que le système de Tunaberg, du Justedal et du Langfield qui n'en diffère que d'une dizaine de degrés. Il semble que la prédominance de ce dernier système empêche celui du Finistère de se dessiner par des caractères stratigraphiques aussi nets que s'il avait été entièrement isolé. Néanmoins, indépendamment des accidents signalés par M. Élie de Beaumont dans l'intérieur de la Suède, il se manifeste encore par certaines découpures de la côte norvégienne : ainsi on voit

principalement entre Bergen et Drontheim, des fiords dirigés en partie entre l'E. 10° et l'E. 15° N. qui paraissent être des dislocations produites par le système du Finistère ; il en est aussi dans la même zone qui appartiennent au système du Dovrefield et au système d'Arendal.

Remarques sur certains groupes de directions qui ne coïncident pas tout-à fait avec l'orientation moyenne des systèmes ci-dessus.

A l'est du fiord de Drontheim et de la vallée d'Örkel, entre le 63e et le 64e degré de latitude, s'étend du N.-E. au S.-O. presque parallèlement à la partie septentrionale du fiord de Drontheim, une grande bande de roches azoïques, mais évidemment sédimentaires : elle se compose de schiste argileux, passant quelquefois au schiste micacé, accompagné de grès-quartzite, de poudingue et de calcaire subcompacte. Cette série se trouve interposée sans discordance de stratification, au milieu d'une vaste zone de schistes feuilletés, argilomicacés et chloriteux, avec assises de quartzite ou quartz schisteux ; elle paraît en former la partie supérieure. Les couches de cette bande calcaréo-poudingueuse courent très fréquemment, surtout dans la partie méridionale, du N. 40° E. au S. 40° O., direction qui fait un angle de 7° à 6° avec le système de Longmynd (ici N. 33° à 34° E.) et d'environ 9° avec le système d'Arendal (ici E. 41° N.). On doit se demander si ce groupe de directions ne constitue point un système particulier, qui prendrait alors le nom de *système de Drontheim ;* mais les faits que j'ai observés sont peut-être insuffisants pour donner lieu à l'établissement d'un tel système, qui viendrait augmenter le nombre déjà considérable des anciens systèmes compris dans le quart de cercle N.-E. Je ferai observer que dans sa partie méridionale, la bande calcaréo-poudingueuse de Drontheim présente une disposition peu éloignée de l'orientation du système de Longmynd, c'est-à-dire du N. 33° 1/2 E. ; dans sa partie méridionale, entre Drontheim et Vœrdalsören, elle paraît se courber légèrement, de façon à se rapprocher de la direction du système d'Arendal : par suite, la disposition moyenne de cette bande, qui est intermédiaire entre les deux systèmes de Longmynd et d'Arendal, n'est peut-être que le résultat de leur action successive. Je ne considère donc pas comme définitivement établi le *système de Drontheim,* quoiqu'il semble ressortir de mes observations stratigraphiques.

Sur le Dovrefield et au nord de Bergen, on observe un certain nombre de directions comprises entre le N. 32° et le N. 35° O.

qui ne se rattachent d'une manière bien évidente ni au système de Torneå, ni à celui du Morbihan, quoiqu'elles se rapprochent ordinairement un peu plus de ce dernier; mais elles ne forment pas dans les zones que j'ai explorées des groupes assez considérables ni assez distincts pour qu'il y ait lieu de les ériger en système spécial, du moins si l'on n'a égard qu'aux observations relatives à cette contrée.

Systèmes de la période silurienne et des époques subséquentes.

Système du Jemtland et de la Laponie suédoise. — Le système que j'appelle ainsi paraît différer de ceux établis jusqu'à ce jour; il est intermédiaire par sa direction entre celui des Ballons et celui du Thuringerwald. Tout le long de la contrée qui s'étend à l'est de la frontière norvégienne depuis le Jemtland jusqu'au nord du Torneå-Lappmarck, du 63e au 69e degré de latitude, ce système se manifeste très nettement par un grand nombre d'élévations de terrain, de rivières et de lacs dont les directions sont comprises entre l'O. 30° et l'O. 40° N.; il a produit l'orientation générale, O. 30° N. du massif élevé d'Areskuttan et il a influé non seulement sur la direction des schistes azoïques, mais encore sur celle des couches siluriennes inférieures du Jemtland et d'autres parties de la Scandinavie. Je suis encore amené à le regarder comme postérieur au premier dépôt silurien, parce qu'il coïncide avec l'orientation de la partie septentrionale du grand lac d'Ostersund, du lac Liten, du lac Alsen, etc., qui sont des dépressions produites dans l'étage inférieur de la formation silurienne.

Les terrains de transition de l'ouest de la France présentent quelquefois des directions parallèles à celles du même système; elles se manifestent particulièrement dans certaines bandes de grès qui correspondent probablement au grès de Caradoc : ainsi, dans la petite chaîne de quartzite qui s'étend de Domfront vers Prézampail, de l'O. 18° N. à l'E. 18° S., suivant une direction parallèle, en tenant compte de la différence des longitudes, au système de la Laponie suédoise

Système de Billingen. — Lorsque l'on explore la rive occidentale du lac d'Östersund, on y voit les couches siluriennes plus ou moins ondulées, présenter fréquemment des directions voisines du N. 15° E. qui semblent se rattacher à un système intermédiaire entre celui du Rhin et celui du nord de l'Angleterre. Les schistes azoïques, feuilletés, qui affleurent sur la zone montagneuse, existant à la séparation de la province de Drontheim et des provinces

suédoises du Jemtland et du Herjedal, offrent aussi assez souvent des directions comprises entre le N. 12° et le N. 15° E.; on en trouve d'analogues, mais plus voisines du N. 10° E., à l'Est du Dovrefield et aux environs de Bergen. Toutes ces directions peuvent être rapportées à un même phénomène, probablement à l'un des plus anciens qui aient affecté les couches siluriennes. Il est remarquable que les accidents orographiques du Jemtland ne sont point, pour la plupart, en rapport avec ce système : ils ont été, à peu d'exceptions près, modelés par le système précédent. (S. du Jemtland et de la Laponie suédoise). Ainsi on voit les directions N. 15° E. couper obliquement le lac d'Östersund, les lacs voisins et les hauteurs qui les séparent. Par suite le soulèvement qui a produit les directions N. 15° E. doit être plus ancien que le système du Jemtland.

Je ferai observer à ce sujet, que l'étage inférieur de la formation silurienne est exclusivement représenté dans la plupart des bassins paléozoïques de la Scandinavie; il doit donc y avoir eu des mouvements du sol qui, à la fin de la première moitié de la période silurienne, ont mis à sec le fond d'une partie des anciennes mers, d'autant plus que l'absence de l'étage silurien supérieur se fait remarquer dans d'autres parties de l'Europe. Ces mouvements seraient-ils les résultats du système que nous considérons maintenant? On est porté à le croire, en voyant que les collines de Billingen et des environs, dans la Vestrogothie, collines dont j'ai appliqué le nom au système en question, sont dirigées du N. 15° E. au S. 15° O.; or ces collines sont formées de couches siluriennes inférieures, recouvertes par un épanchement de roche de trapp. Les divers lambeaux de terrains de transition que l'on voit dans cette région, entre les lacs Wenern et Wettern, devaient autrefois faire partie d'un même bassin et former un tout continu; car les roches siluriennes des diverses collines présentent dans leur nature et dans leur mode de succession une correspondance parfaite. Ici les couches n'ont point été infléchies, mais fracturées, et portées à des hauteurs de 2 à 300 mètres au-dessus de la mer, ou 150 à 200 mètres au-dessus du terrain gneissique environnant; les phénomènes de dislocation qui ont produit Billingen, les collines situées plus au sud et la partie méridionale de la dépression du lac Wettern, ont dû agir dans le sens du N. 15° E. On peut encore observer que l'île Öland, si remarquable par sa rectilignité, est dirigée du N. 17° E. au S. 17° O., dans un sens exactement parallèle à cette série d'accidents, eu égard aux longitudes. Parmi les systèmes de soulèvements déterminés par M. Elie de Beaumont, il n'en est

aucun qu'il indique comme s'étant produit à la fin de la première ou de la seconde époque silurienne : les deux systèmes que je viens de mentionner sont peut-être destinés à combler ces lacunes.

Système de Brévig. — Le terrain silurien qui s'étend par Brévig et Porsgrund depuis Langesund jusqu'au nord-ouest de la ville de Skeen, forme comme une lanière s'appuyant d'un côté sur le gneiss, de l'autre bordant la syénite zirconienne. Cette bande étroite court du S. 21° E. au N. 21° O., et les couches schisteuses et calcaires qui la composent sont dirigées de la même manière. On peut remarquer aussi entre Langesund et Christiania un assez grand nombre de traits orographiques, de baies, de lacs et de rivières dont la direction est comprise entre le N. 15° et le N. 25° O. La côte opposée de la Suède, qui s'étend de Moss vers Halmstad, est aussi dirigée au N. 20° O. On peut observer, en outre, que les principales rivières du Hedemark et de la Dalécarlie occidentale offrent aussi une orientation générale dans le sens du N.-N.-O. De plus, les roches paléozoïques de la Dalécarlie et celles du Jemtland sont souvent dirigées d'une manière analogue.

Il me paraît donc convenable de rattacher à un même système tout cet ensemble de lignes orographiques et stratigraphiques. Ce système, qui ne se confond avec aucun de ceux déjà connus, coïncide presque en direction avec celui des collines de Torneâ; mais il remonte à une époque moins ancienne, et il est évidemment postérieur au vieux grès rouge, car les bandes que forme ce grès le long du golfe de Holmestrand ont une direction peu écartée du N. 20° O., et les roches porphyro-granitiques qui ont fait éruption après le dépôt du vieux grès rouge de la Norwège méridionale ont éprouvé de nombreuses fractures se rattachant à ce système. Je suis même porté à le regarder comme plus récent que le terrain carbonifère; car les bandes de calcaire carbonifère du nord de l'Angleterre offrent des branches dont la direction est voisine du N. 30° O. et parallèle, eu égard aux longitudes, au système de Brévig. Les roches de transition au milieu desquelles s'est faite la fracture, dite canal du Nord, qui a séparé l'Irlande du nord de l'Angleterre, offrent aussi une disposition à peu près parallèle. Je crois encore reconnaître des traces du même système dans l'orientation de certaines parties des terrains de transition de l'est de l'Allemagne et dans la ligne qui, d'après la belle carte géologique de la Russie, par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, limite le terrain dévonien aux environs de Memel, sous 19° de longitude à l'est de Paris, suivant la direction N. 11° O. parallèle au système de Brévig. Il est remarquable de voir que ce système

coïncide presque en direction avec celui de Torneå et du lac Ladoga, qui est plus ancien, et avec celui qui a produit le mont Viso dans les Alpes françaises. Déjà j'ai fait voir que les collines du lac Ladoga ont été soulevées avant l'époque silurienne; quant au système du mont Viso, M. Elie de Beaumont a montré qu'il est intermédiaire entre les deux époques de la période crétacée. Il me paraît peu probable que le système de Brévig soit aussi moderne; cependant l'absence des terrains secondaires en Norvège ne permet pas de s'en assurer positivement; quant aux couches jurassiques et crétacées de la Scanie, elles sont restées à peu près horizontales.

Système de Westerwick (ou du Thuringerwald?) — Les schistes cristallins de la région littorale de la Suède, située entre Westerwick et le lac Mälar, ceux qui affleurent dans certaines parties de la Norvège, telles que le Guldbrandsdal et le Langfield, présentent fréquemment des directions voisines du N.-O. et de l'O. 40° N.; les nombreuses découpures de la côte de Westerwick sont très manifestement dirigées dans ce sens. Ainsi, il y a eu un système de soulèvement et de dislocations dirigé dans l'est de la Suède du N.-O. au S.-E. et qui paraît être postérieur à l'époque silurienne, car les couches paléozoïques du Jemtland ont subi des inflexions suivant des directions analogues. Or parmi les systèmes qu'a fait connaître M. Elie de Beaumont, le seul qui coïncide avec cet ensemble d'accidents est le système du Thuringerwald. Au premier abord il paraît étrange d'attribuer à un système qui s'est produit immédiatement avant l'époque du lias, des redressements et des dislocations éprouvés par les terrains anciens de la Sandinavie; cependant je ne vois pas dans l'âge comparativement peu ancien du système du Thuringerwald un motif suffisant pour que l'on doive rejeter d'une manière absolue une telle supposition. Quoi qu'il en soit, je ferai observer que les terrains paléozoïques de la France occidentale présentent fréquemment des directions voisines de l'O. 30° N. qui sont à peu près parallèles au système de Westerwick ou du Thuringerwald; ces directions sont bien marquées sur certaines parties des terrains anthraxifères du Maine et sur la portion méridionale de la bande anthraxifère de la basse Loire.

Système du Westmoreland et du Hundsruck. — Les directions les plus fréquentes dans les couches siluriennes du bassin de Christiania sont comprises entre l'E. et le N.-E. Plusieurs d'entre elles ne sont peut-être que la reproduction de relèvements imprimés plus anciennement aux roches azoïques sous-jacentes par les systèmes du Finistère, du Dovrefield et d'Arendal. M. Élie de Beaumont et d'autres observateurs ont déjà cité beaucoup d'exemples

d'une telle reproduction. Si par les environs de Christiania on mène une ligne parallèle au système du Westmoreland, tel que l'a défini en dernier lieu M. Élie de Beaumont, elle coupera le méridien sous un angle d'environ 60° à l'est. On doit sans doute lui rapporter les directions assez nombreuses qui lui sont parallèles ; de plus, comme sa direction est intermédiaire entre celles des systèmes cités tout à l'heure, c'est probablement à l'époque où il s'est développé et sous son influence que se sont reproduites les directions E. 11° N., E.-N.-E. et N.-E. dues à l'action de phénomènes antérieurs. Je ferai observer que les relèvements produits dans le quart de cercle N.-E. paraissent avoir été antérieurs au terrain du vieux grès rouge ; car les couches de ce grès qui existent dans le territoire de Christiania ne présentent pas en général de directions semblables. Elles sont ordinairement moins contournées et moins fortement inclinées que les couches siluriennes situées au-dessous. Du reste, ces observations sont tout à fait d'accord avec l'âge que M. Elie de Beaumont a assigné au système en question. Les nombreuses découpures dirigées entre l'E. 35° N. et le N.-E. que l'on remarque sur la partie du littoral située un peu au S.-O. de Christiania peuvent être envisagées, de même que nous l'avons vu tout à l'heure pour les directions des couches, comme des effets du système du Westmoreland, modifiés par l'influence indirecte des accidents qu'avait produits précédemment le système d'Arendal. Dans les terrains siluriens du Hedemark et du Jemtland les couches sont rarement dirigées à l'E. 30° ou à l'E. 25° N. ; le système du Westmoreland ne paraît donc pas s'y être fait sentir d'une manière notable.

Système des Ballons. — Ce système me paraît être un de ceux qui ont affecté de la manière la plus générale les dépôts paléozoïques de l'Europe : l'ouest de la France, les Pyrénées, les Vosges, le Harz ; en un mot, les terrains de transition de toute la partie occidentale de l'Europe en ont subi l'empreinte. M. Elie de Beaumont en a récemment signalé les traces sur les formations de l'empire russe. En Scandinavie il a imprimé en divers points les directions comprises entre l'O. 15° N. et l'O.-N.-O. aux couches paléozoïques du bassin de Christiania et à celles du Hedemark (1). Les roches azoïques de certaines parties de la Norvège,

(1) Les roches silurienne du Hedemark et de l'extrémité méridionale du Guldbrandsdal présentent beaucoup de directions comprises entre l'O. et l'O. 25° N. L'axe du groupe principal ne coïncide pas avec l'orientation moyenne du système des Ballons, qui serait ici

notamment du Guldbrandsdal, du Langfield, et même celles de la Finlande présentent quelquefois des directions O. 10° à 20° N. en Norvège, O. 30° N. en Finlande, qui sont probablement des effets du système des Ballons. On peut encore y rattacher quelques traits topographiques dirigés d'une manière analogue. Il n'est peut-être pas sans intérêt de faire observer que les parties méridionales du Hedemark, du Guldbrandsdal et du Langfield, dans lesquelles les traces du système des Ballons paraissent être les plus marquées, se trouvent à peu de distance au nord du prolongement de l'arc de grand cercle avec lequel coïncide l'axe de terrain dévonien dirigé de Voroneje à Riga : or M. Élie de Beaumont considère cet axe *comme étant en Europe l'un des membres les mieux définis et les plus largement dessinés du système des Ballons* (1).

Système du Forez. — M. Élie de Beaumont a cité avec raison (2) dans la zone littorale des environs de Christiania des traits orographiques dirigés au N. 8° à 9° O. qui paraissent appartenir au système du Forez. Les terrains de transition de la même contrée ont aussi éprouvé, comme je l'ai exposé précédemment, des dislocations dirigées à peu près du N. au S., et d'autres voisines du N. 20° O. Quant aux directions des couches paléozoïques, celles voisines du N. 8° O. sont en général peu nombreuses en Scandinavie et le cèdent beaucoup, sous le rapport de l'abondance, à celles voisines du N. 20° O. que j'ai indiquées comme appartenant au système de Brévig.

---

d'environ O. 18° N. ; il est plus voisin de l'O. 10° N. ; c'est-à-dire, intermédiaire entre le système des Ballons et celui des Pays-Bas. Ce fait pourrait être attribué à ce que les deux systèmes auraient exercé leur action sur cette contrée. Néanmoins les schistes cristallins de certaines régions de la Norvége, telles que les environs du Sognefiord, sont fréquemment dirigés dans le sens de l'O. 10° N. En outre, parmi les directions que M. Keilhau a observées sur les schistes micacés et les roches gneissiques du Nordland, et qu'il a relatées dans son intéressant mémoire sur la Norvège septentrionale (*Gæa Norvegica*, p. 284), il y en a beaucoup qui sont rassemblées autour de l'O. 10° à 15° N., et qui sont à peu près parallèles à celles de la Norvège méridionale. D'autres observations, que j'exposerai plus tard, m'ont convaincu de l'existence d'un nouveau système dont la direction est intermédiaire entre celles du système des Ballons et du système des Pays-Bas ou de Tunnaberg. Il faut donc lui rapporter les directions O. 10° N., qui sont très fréquentes au nord du lac Miösen.

(1) *Dictionnaire d'histoire naturelle*, de M. Ch. d'Orbigny, t. XII, p. 236.

(2) *Idem*, p. 242.

Système du nord de l'Angleterre et système du Rhin. — Les traces de ces deux systèmes se manifestent en Scandinavie par des directions voisines du N. 5° E. et du N.-N.-E. que présentent parfois les terrains paléozoïques du midi de la Norvège et du Jemtland. Les collines siluriennes de la Vestrogothie ne sont pas toutes dirigées exactement, comme Billingen et les collines environnantes du N. 15° E. au S. 15° O.; il en est quelques unes qui sont allongées dans un sens plus rapproché de la direction N. 25° E. du système du Rhin (Kinnekulle, par exemple), ou de celle N. 5° E. du système du nord de l'Angleterre. Par suite, le système du Rhin, qui a opéré une disjonction violente entre les formations des Vosges et celles de la Forêt-Noire, a pu contribuer, avec le système du nord de l'Angleterre, à réduire en lambeaux les dépôts siluriens du midi de la Suède, qui précédemment avaient été disloqués par le système de Billingen. M. Elie de Beaumont a justement attribué au système du nord de l'Angleterre l'orientation de la côte suédoise qui s'étend de Calmar à Nyköping. Quant à l'île Gothland, qui est allongée dans une direction très peu éloignée du N. 30° E., elle me paraît devoir être attribuée au système du Rhin, qui a probablement aussi influé sur la disposition de la côte N.-E. du golfe de Botnie, dont la direction générale entre Wasa et Uleåborg est N. 37° E., intermédiaire entre celle du système de Longmynd et celle du système du Rhin, mais beaucoup plus voisine de la direction de ce dernier. Comme je l'ai déjà fait observer, j'admets, avec M. Elie de Beaumont, que le système du Rhin a pu contribuer à soulever la zone montagneuse des Kiöl; mais les accidents qu'il a produits doivent se confondre par leur direction avec ceux qui dérivent du système des Kiöl. Quant au système du nord de l'Angleterre, indépendamment de certains traits stratigraphiques, on doit lui attribuer plusieurs découpures et îles dirigées du N. au S., qui se voient sur la côte occidentale du midi de la Norvège.

Système des Pays-Bas. — Les traces du système des Pays-Bas ne peuvent se distinguer que difficilement de celles du système de Tunaberg, car ces deux phénomènes ont agi dans le même sens. Toutefois je pense que l'on peut rapporter au système des Pays-Bas un certain nombre de directions voisines de la ligne E.-O. que présentent les terrains paléozoïques des environs de Christiania et du Hedemark. Peut-être aussi ce système a-t-il déterminé, malgré une différence de direction d'un petit nombre de degrés, certaines parties de la dépression allongée de l'O. quelques degrés N., à l'E. quelques degrés S., qui forme l'extrémité du Drams-Elven, à

son embouchure dans le fiord de Drammen. Sur la belle carte géologique du territoire de Christiania, qu'a publiée M. Keilhau, on peut aussi observer quelques lignes stratigraphiques dirigées à peu près de l'E. à l'O., mais elles sont peu étendues en longueur.

Je ne prolongerai pas davantage cette exposition succincte des principaux résultats de mes observations : les nouveaux systèmes de soulèvements que j'ai proposés se manifestent d'une manière nette dans un grand nombre de tableaux où j'ai rassemblé méthodiquement, d'après les principes de M. Élie de Beaumont, les directions que j'ai mesurées. J'ajouterai encore que ces additions aux systèmes déjà fondés confirment et généralisent les deux lois que mon savant maître a déduites de ses magnifiques travaux sur les soulèvements des montagnes : l'une de ces lois consiste dans la récurrence des directions de systèmes séparés les uns des autres par un long intervalle de temps ; l'autre loi est relative à la tendance des systèmes de divers âges à affecter des directions orthogonales. Nous voyons en effet le système du Rhin coïncider en direction, à 2° près, avec le système des Kiöl, de même qu'il coïncide approximativement avec celui des Alpes occidentales. Ces rapprochements me paraissent d'autant plus remarquables que les trois séries d'accidents qui appartiennent à ces systèmes sont peu écartées du grand cercle de la sphère terrestre qui représente leur orientation moyenne : ainsi il y a eu, suivant la ligne N.-N.-E., un premier soulèvement dans le nord de l'Europe avant l'époque silurienne, un deuxième dans l'est de la France pendant la période secondaire, et enfin un troisième un peu plus au S. pendant l'époque tertiaire ; la ligne de soulèvements et de dislocations formée une première fois s'est donc reproduite plus tard à deux époques différentes. Nous avons vu aussi que le système des Pays-Bas coïncide, en direction, avec celui de Tunaberg, et le système de la Corse est peu écarté du système méridien de la Scandinavie. Le système de Brévig se rapproche aussi beaucoup de celui de Torneâ, et sa direction a été suivie plus tard par le système du mont Viso. Enfin le système du Dovrefield et celui du Sancerrois sont presque parallèles, et il n'y a qu'une différence de quelques degrés dans l'orientation des deux systèmes d'Arendal et de la Côte-d'Or.

Il est facile de vérifier la perpendicularité de la plupart de ces nouveaux systèmes les uns par rapport aux autres, ou bien par rapport à des systèmes déjà connus. Ainsi le système d'Arendal est perpendiculaire à celui du Morbihan, le système méridien de de la Scandinavie à celui de Tunaberg, et le système de Brévig

à celui du Dovrefield : les deux systèmes du Jemtland et des Ballons font des angles presque droits avec ceux de Longmynd et des Kiöl.

Le secrétaire lit la note suivante de M. Cornuel :

Note sur des ossements fossiles découverts dans le calcaire néocomien de Wassy (Haute-Marne), par M. J. Cornuel.

Une carrière ouverte sur le territoire de Wassy m'a fait découvrir, il y a quelques années, dans le calcaire néocomien, trois dents coniques d'une assez grande dimension. L'année dernière et cette année, la fouille a été continuée latéralement, et j'y ai recueilli :

1° Un radius qui avait environ 70 centimètres de longueur;
2° Quinze vertèbres de différentes formes (cervicales, dorsales, lombaires, et même une qui paraît être caudale);
3° Le corps de la première vertèbre sacrée et la moitié antérieure du corps de la vertèbre suivante, toutes deux ankylosées, et sur la suture desquelles se trouve, de chaque côté, un énorme appendice fracturé, mais suffisant pour indiquer qu'il formait la base des os du bassin;
4° Un os dont les fragments rapprochés me paraissent provenir d'un pubis;
5° Deux fémurs ayant chacun 72 centimètres de longueur;
6° Deux tibias ayant chacun une longueur de 69 centimètres;
7° Deux péronés ayant chacun 64 centimètres de long;
8° Un métatarsien qui, dans la roche, se trouvait au bout d'un des tibias, et qui, quoique privé d'une de ses têtes articulaires, a encore une longueur de 25 centimètres;
9° Quatre os, soit du tarse, soit des phalanges;
10° Une grosse phalange;
11° Une phalange unguéale longue de plus de 9 centimètres, et les tronçons de deux autres.

Le second radius et quelques corps de vertèbres cervicales ont encore été recueillis dans la même fouille, mais ne sont pas dans ma collection.

Plusieurs de ces ossements ont servi de support à des coquilles d'*Ostrea Couloni*, d'Orb., qui y adhéraient. Tous, à l'exception des deux premières dents, étaient juxtaposés, voisins ou peu distants les uns des autres, dans la partie supérieure d'un strate de 20 à 25 centimètres d'épaisseur, qui est, en comptant de bas en haut, le second des cinq que l'on exploite en cet endroit.

Bien qu'ils soient endommagés, ils se trouvent encore, pour la plupart, en assez bon état pour mériter d'être dessinés et décrits, et je me propose d'en faire, aussitôt que possible, l'objet d'une notice plus étendue que celle-ci.

L'état avancé de la fouille, par rapport à la place qu'ils occupaient, ne me laisse pas espérer de découvrir le reste du squelette. Mais quoique la tête manque parmi les débris recueillis, il est aisé de voir qu'ils appartenaient à un grand reptile terrestre ou amphibie, de l'ordre des Dinosauriens, formé déjà des trois genres *Megalosaurus*, *Iguanodon et Hylæosaurus*.

Cet animal, qui devait avoir au moins sept mètres de longueur, n'était toutefois ni un *Megalosaurus* ni un *Iguanodon*, si l'on en juge par la dent que je considère comme lui ayant appartenu, et qui est en cône allongé et un peu courbé, très lisse ou seulement obscurément striée à la base. Il ne paraît pas être non plus un *Hylæosaurus*, dont les dents présumées, dit M. Laurillard, étaient longues de 32 millimètres, formées d'un fût presque cylindrique, qui s'élargit graduellement et se termine par un sommet à angle obtus (*Dict. univ. d'hist. nat.*, DINOSAURIENS); car la dent qui provient positivement du même strate que les os avait en longueur au moins 73 millimètres, non compris 10 millimètres environ qu'elle a perdus par l'effet de l'usure; et elle a conservé son émail sur environ 37 millimètres, à partir de son sommet actuel.

N'ayant pas à ma disposition tout ce qu'il faudrait pour préciser nettement les caractères génériques et spécifiques par voie de comparaison, je m'abstiendrai de donner à cette espèce un nom qui soit une définition; et, s'il se vérifie qu'elle appartienne réellement à un nouveau genre, je propose de l'appeler *Heterosaurus neocomiensis*.

L'hétérosaure se rapprocherait des Crocodiliens par la forme de ses dents, qui sont, du reste, beaucoup plus considérables; il s'en éloignerait notablement par celle de ses vertèbres.

A peu de distance des ossements que j'ai recueillis se trouvaient deux coprolithes, formés, l'un d'écailles de poisson triturées, et l'autre de dents hémisphériques du *Spherodus gigas*, Ag., enveloppées d'un enduit composé aussi d'écailles ou de parties cartilagineuses de poisson. Dans ce second coprolithe, il y a des dents hémisphériques qui sont opposées l'une à l'autre, base à base, et l'on en voit deux dont l'émail épais a été brisé par les dents de l'animal qui a dévoré le *Spherodus*. Au bord de la cassure de l'une des deux, on remarque une petite dépression demi-circulaire, qui ne

résulte pas de l'usure, et qui paraît être l'effet de la pression d'une dent à pointe mousse beaucoup plus forte que celles de Crocodile trouvées jusqu'à présent dans les couches crétacées inférieures de la Haute-Marne.

L'hétérosaure dont je viens d'indiquer les restes n'était sans doute pas adulte ; car, longtemps avant de les découvrir, j'ai trouvé dans le même calcaire, à un autre endroit des carrières, une moitié de péroné qui a des proportions presque doubles de celles que j'ai citées plus haut.

Un tronçon de fémur de la même espèce a été recueilli par M. le curé Mussey dans la marne calcaire bleue néocomienne des carrières de Sombreuil ou la Gatère, qui sont peu éloignées de Joinville.

Je possède, d'ailleurs, deux morceaux considérables d'un os assez mutilé, provenant de l'argile à Plicatules ou argile aptienne de Wassy, et que je rapporte, mais avec doute, à un humérus.

M. Delesse fait la communication suivante :

Recherches sur le kersanton et sur quelques roches de la même famille, par M. Delesse, professeur honoraire à la Faculté de Besançon.

Les roches que je me propose d'étudier ont la plus grande analogie avec le kersanton de la Bretagne, et, pour éviter l'introduction d'un nom nouveau dans le langage géologique, je les désignerai sous le nom de *kersantites*.

Pour éviter le vague d'une description générale, je passe tout de suite à l'étude détaillée de chacune de ces roches, je résumerai ensuite leurs caractères généraux.

Kersantite de Visembach.

Près de la scierie du village de Visembach (Vosges), on a ouvert une grande carrière dans une roche qui est exploitée pour le pavage de la ville de Saint-Dié. Cette roche est le plus généralement formée d'*oligoclase* et de *mica;* quelquefois il s'y est développé de la *hornblende*. Sa structure paraît presque entièrement cristalline, mais comme ses minéraux sont le plus souvent microscopiques, je commence l'étude de sa composition minéralogique et chimique par celle des filons ayant quelques centimètres de puissance, qui traversent sa pâte en tous sens et qui la pénètrent

d'une manière intime. Les minéraux de ces filons ne diffèrent d'ailleurs de ceux de la pâte qu'en ce qu'ils sont en cristaux plus gros et plus nets.

Oligoclase. — L'oligoclase est de beaucoup le minéral dominant de ces filons; il est en cristaux maclés et striés, comme le sont ceux de tous les feldspaths du sixième système. Il est blanchâtre ou blanc verdâtre, et par l'altération atmosphérique il devient rougeâtre ou même rouge grenat. Il a l'éclat gras.

J'ai trouvé que cet oligoclase de Visembach contenait :

Silice.	63,88
Alumine	22,27
Oxyde de fer. .	0,51
Magnésie. . . .	traces
Chaux	3,45
Soude.	6,66
Potasse.	1,21
Perte au feu. .	0,70
	98,68

Cette composition se rapproche beaucoup de celle qui a été obtenue dans des analyses antérieures, pour l'oligoclase du granite de Schaïtansk dans l'Oural (1), et pour celui de l'oligoclasite (Fournet, Damour) de Francheville (2).

Quartz. — Dans les filons de Visembach l'oligoclase est associé à une petite quantité de quartz. Ce dernier ne se laisse généralement pas distinguer au premier abord; mais quand on a recours à une calcination, le feldspath prend une couleur blanc de lait, et l'on voit qu'il est souvent mélangé de quartz, duquel il est alors facile de le séparer. Les cristaux d'oligoclase qui viennent d'être analysés ont d'ailleurs été préalablement calcinés, et j'ai eu soin d'enlever le quartz qui les accompagnait.

Mica. — Le *mica* est assez rare dans les filons, tandis qu'il est au contraire abondant dans la roche; mais ses paillettes sont beaucoup plus grandes dans les filons que dans la roche : c'est un mica brun noirâtre, à base de magnésie et de fer, tel que celui qui se trouve généralement dans les roches granitiques. Sa nuance tire le plus souvent sur le noir; cependant quelques lamelles présentent accidentellement des parties blanches et transparentes, dans

(1) *Rammelsberg*, 1re partie, p. 104.
(2) Drian, *Minéralogie et pétralogie*, p. 287.

lesquelles les parties brunes paraissaient se fondre comme un nuage. Dans plusieurs parties de la carrière, et notamment à la gauche de l'observateur et près du contact de la roche encaissante, la kersantite est complétement décomposée et elle forme une espèce d'arène ; le mica prend alors une couleur de bronze brun jaunâtre qui semble être d'autant plus claire que la désagrégation de la roche est plus facile, ou que sa décomposition est plus avancée.

Hornblende. — La *hornblende* est verte ou vert clair ; sa structure est fibreuse. Dans les filons elle est en cristaux pouvant avoir plusieurs centimètres de longueur. On la trouve aussi en lamelles répandues dans la masse même de la roche ; mais ces lamelles ne se fondent pas avec elles d'une manière intime, et le plus ordinairement elles y forment des espèces de nodules, en sorte qu'elles semblent encore s'être développées suivant des filons.

Dans certaines parties de la roche, dans lesquelles la hornblende est très dominante, et qui ont la structure gneissique, il y a quelquefois des cristaux de grenat rouge brunâtre, ainsi que l'a observé M. le docteur Carrière.

Sulfures métalliques. — La kersantite de Visembach contient des *sulfures métalliques* tels que la *pyrite de fer*, la *pyrite de cuivre* et la *galène*, qui y forment des veinules ; il y a, de plus, de la *pyrite magnétique*, et dans l'un des filons d'oligoclase j'ai rencontré de la *pyrite magnétique* accolée à de la *pyrite de fer* cristallisée en cube.

La kersantite de Visembach présente quelquefois des amygdales ayant jusqu'à 1 décimètre de diamètre qui sont formées de *quartz* blanc, de *chlorite* qui est quelquefois d'un beau vert clair, d'*épidote* vert-olive ou vert jaunâtre, de *chaux carbonatée* blanche et spathique. Ces minéraux ne forment pas des zones concentriques séparées d'une manière très nette, mais ils se succèdent cependant de la circonférence de l'amygdale à son centre dans l'ordre dans lequel ils viennent d'être énumérés, qui est celui qu'on observe généralement dans les amygdales de porphyres (1).

La roche est encore traversée par des filons, tout à fait accidentels, d'une *pegmatite* grenue, qui est formée de quartz, d'orthose, de tourmaline noire, de mica blanc d'argent et de mica brun noirâtre.

Masse de la roche. — La roche, traversée et pénétrée par les

(1) *Annales des mines*, 4e sér., t. XII, p. 223.

filons qui viennent d'être décrits, est, ainsi que je l'ai dit, formée essentiellement d'oligoclase, de mica et quelquefois de hornblende: ce sont ces deux derniers minéraux, et surtout le mica qui est répandu dans toute la masse en petites paillettes entournées, qui donnent principalement à la roche sa couleur noire ou vert noirâtre.

Il y a cependant aussi un peu de fer oxydulé qu'on ne voit que sur les échantillons polis.

Traitée par l'acide acétique, après ébullition dans de l'eau, la roche ne fait généralement pas effervescence; avec l'acide chlorhydrique il y en a quelquefois une très faible.

J'ai trouvé qu'un échantillon calciné au feu de charbon perdait 1,93 p. 100; cette perte consiste principalement en eau avec un peu de matière organique et d'acide carbonique.

J'ai fait bouillir pendant longtemps des fragments de la roche avec de l'acide chlorhydrique concentré, et j'ai constaté que l'oligoclase se décolore et s'attaque incomplétement; le mica au contraire, de même que tous les micas brun-tombac des roches granitoïdes, s'attaque complétement, et sa silice, qui est blanche et nacrée, conserve la forme de ses paillettes. Lorsque la roche est calcinée préalablement, l'attaque est beaucoup plus difficile et elle est à peine sensible pour l'oligoclase. La hornblende résiste à l'action de l'acide, et l'on voit alors qu'elle forme des aiguilles cristallines très nettes et qui sont bien distinctes de la roche.

La variété la plus habituelle de kersantite de Visembach est presque entièrement formée d'oligoclase et de mica avec lesquels il y a seulement quelques centièmes des autres minéraux décrits antérieurement; l'essai de cette variété a été fait par M. de l'Epée, qui a trouvé qu'elle renferme 58 p. 100 de silice.

Dans des recherches qui seront publiées ultérieurement, j'ai constaté que le mica brun-tombac des roches granitoïdes des Vosges contient environ 44 p. 100 de silice. D'après cela, si l'on désigne par f et m les proportions exprimées en centièmes de feldspath et de mica, et par t la proportion des autres minéraux, lesquels ne contiennent généralement pas de silice, qui peuvent entrer dans l'unité de poids de la roche, il est facile de voir qu'on aura par suite de la relation qui existe entre les quantités de silice contenues dans la roche, dans le feldspath et dans le mica : $f = 70 + 2,2\,t$; $-m = 30 - 3,2\,t$.

L'échantillon qui a été essayé contient donc au *minimum* 70 p. 100 d'oligoclase, et au *maximum* 30 p. 100 de mica. Comme

l'examen de cet échantillon montre d'ailleurs que t est seulement de quelques unités, il en résulte que les nombres limites qui précèdent ne diffèrent pas beaucoup de ceux qui représentent la composition réelle de la roche.

Gisement. — La kersantite de Visembach ne saurait être considérée comme un accident ou comme une modification de granite; il résulte en effet de ce qui précède, qu'elle est beaucoup plus pauvre en silice, et en outre sa composition minéralogique est très différente; elle forme d'ailleurs un filon assez irrégulier traversant un granite gneissique qui, d'après les observations de MM. Gaillardot et Carrière, contient accidentellement du graphite et du fer oligiste.

Kersantite de Sainte-Marie.

Sur la route de Saint-Dié, à 2 kilomètres environ de la limite des départements des Vosges et du Haut-Rhin, en descendant la côte de Sainte-Marie-aux-Mines, on rencontre une kersantite qui n'est qu'une variété de celle de Visembach. Elle forme un filon de 30 à 35 mètres de puissance qui croise la direction de la route, et qui est exploité pour le pavage de la ville de Sainte-Marie; sa direction a été mesurée à la Salebande, par M. Carrière et par moi, et elle se confond à peu près avec celle de l'aiguille magnétique.

En descendant la côte Sainte-Marie sur la droite, et près de l'ancienne route, on retrouve encore une variété de la roche précédente qui est à cristaux plus grands que celle de la partie supérieure de la côte, et qui se rapproche plus de la kersantite de Visembach.

La roche encaissante est un granite syénitique bien caractérisé, formé de quartz, d'orthose blanc, d'une variété d'oligoclase verdâtre ou rouge plus ou moins vif, de mica et de hornblende noirâtre.

La kersantite est séparée d'une manière bien nette de ce granite, et la différence de couleur des deux roches permet de suivre très facilement leur ligne de contact; il y a cependant passage de l'une à l'autre sur une largeur qui est au plus de quelques décimètres. En effet, près du contact, la kersantite se change en une roche pétro-siliceuse vert noirâtre, dont le grain est indiscernable, et dans laquelle il y a accidentellement quelques paillettes de mica; puis on voit apparaître les cristaux d'orthose du granite qui sont encore entourés par la pâte vert noirâtre, et enfin quel-

ques centimètres plus loin on a le granite syénitique bien caractérisé.

La kersantite de la côte de Sainte-Marie se distingue de celle de Visembach en ce que sa structure est généralement moins cristalline; dans certaines parties du filon, et surtout près de la Salebande, elle passe même à une roche pétro-siliceuse vert noirâtre ou grisâtre; elle est en outre moins riche en feldspath, et l'oligoclase n'y forme pas de petits filons isolés comme à Visembach. Cependant, quand on examine la roche avec soin, on voit qu'elle est presque entièrement formée par une pâte feldspathique dans laquelle il y a quelques lamelles striées d'*oligoclase* et du *mica* brun noirâtre; en outre, dans les échantillons dont la structure cristalline est le plus développée, il y a des veines plus riches en oligoclase que le reste de la roche et des lamelles de mica qui ont plus d'un centimètre.

Au premier abord le mica paraît être très abondant, mais il est facile de reconnaître sur les kersantites décomposées et kaolinisées, que la pâte feldspathique est au contraire très prédominante. C'est ce qu'on peut constater également après une calcination de la roche.

Pour la variété la plus cristalline de la kersantite de Sainte-Marie, j'ai obtenu une perte au feu de 1,70 p. 100, consistant surtout en eau avec laquelle il y avait un peu de matière organique et d'acide carbonique.

J'ai observé dans la masse de la roche de la *pyrite de fer magnétique* et de la *pyrite* non magnétique, et plus rarement quelques petits nodules de *quartz* à contours arrondis. Accidentellement il y a du fer oligiste : il y a aussi des fissures qui ont été remplies par de la *chaux carbonatée* blanche spathique et des fentes tapissées par un enduit serpentineux verdâtre qui provient de la décomposition de la roche, et qui se retrouve du reste dans le granite syénitique encaissant, de même que dans la plupart des roches granitoïdes.

Kersanton.

Le kersanton de la rade de Brest a la plus grande analogie avec les roches de Visembach et de Sainte-Marie qui viennent d'être décrites, bien qu'il ne leur soit pas identique. Il est facile de reconnaître, soit en calcinant le kersanton, soit en l'attaquant par les acides, soit en l'examinant à la loupe lorsqu'il est poli, que c'est une roche essentiellement feldspathique dans laquelle le *feldspath*

est toujours de beaucoup le minéral dominant. Tantôt ce feldspath s'est séparé en cristaux très nets, blanchâtres ou blancs-verdâtres, de quelques millimètres de longueur, et le kersanton a une structure granitoïde; tantôt, et c'est le cas le plus général, ce feldspath est à l'état de pâte feldspathique, de couleur à peu près uniforme, verte ou grise : il est probable qu'il a subi un commencement de pseudomorphose, car il s'aplatit légèrement sous le pilon; il a perdu sa cohésion ainsi que sa dureté, et il se laisse écraser ou tailler avec une grande facilité.

Les cristaux feldspathiques ont quelquefois un éclat nacré et vitreux, surtout après ébullition avec un acide; accidentellement ils présentent la macle avec stries parallèles, montrant que le feldspath appartient au sixième système, et c'est ce qu'il résulte aussi de la couleur verte qu'ils prennent quelquefois, ce qui n'aurait généralement pas lieu pour le feldspath orthose.

Le mica du kersanton est brun-tombac, brun noirâtre ou noir, comme celui des kersantites de Sainte-Marie et de Visembach: c'est le mica à base de magnésie et de fer qu'on trouve le plus habituellement dans les granites. Il s'attaque assez facilement par l'acide chlorhydrique. Ses paillettes, qui sont entrecroisées dans tous les sens, sont généralement plus nombreuses et mieux développées dans le kersanton gris ou vert; elles y forment des prismes à base hexagonale, ayant quelquefois plusieurs millimètres de hauteur; cependant dans certains kersantons granitoïdes à structure cristalline très nette, on observe aussi de grandes lamelles de mica d'un beau noir qui ont plus d'un centimètre de largeur.

Bien que le kersanton ait été regardé jusqu'à présent comme une roche essentiellement amphibolique, je n'ai pas observé de cristaux d'amphibole dans les nombreux échantillons que j'ai examinés. J'ai constaté, d'ailleurs, que les principales variétés de kersantons se décolorent très facilement et complétement, lorsqu'on les fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique : elles ne contiennent donc pas d'amphibole ni en cristaux, ni en lamelles microscopiques.

Je n'ai pas observé non plus de pinite, quoiqu'elle ait été signalée dans le kersanton par quelques géologues; comme la pinite résiste à l'action des acides, ou ne s'attaque que d'une manière incomplète (1), je ne pense d'ailleurs pas qu'on puisse admettre sa présence dans la roche.

---

(1) *Rammelsberg Handwörterbuch*, 2e partie, p. 60.

Le kersanton contient des lamelles de couleur vert foncé, ayant quelquefois plusieurs millimètres de longueur, qui au premier abord ressemblent à de l'amphibole; elles sont cependant beaucoup moins dures, et leur éclat est un peu terne. Après calcination, elles deviennent noir brunâtre et magnétiques : aussi dans les kersantons à structure granitoïde, tels que celui de Daoulas, on peut alors les distinguer très facilement des autres parties de la roche et les en séparer par le barreau aimanté. J'ai constaté que ces lamelles, qui donnent en partie au kersanton sa couleur verte, se dissolvent à froid et avec une vive effervescence dans l'acide hydrochlorique; elles sont donc formées par un *carbonate de fer* contenant sans doute d'autres bases, telles que la chaux.

Dans certains kersantons à structure non granitoïde de Daoulas, de Rumbihan et de Rosmarden, il est quelquefois difficile de voir les lamelles de carbonate de fer; mais on reconnaît cependant qu'il y a toujours du carbonate de fer disséminé dans la roche, à l'effervescence qu'elle produit quand on la traite par l'acide chlorhydrique, après que l'effervescence due à l'acide acétique a cessé; l'acide carbonique se dégage surtout des parties de la roche qui ont la couleur verte.

Le kersanton contient de la *chaux carbonatée*, comme l'a fait remarquer A. Brongniart. Elle est spathique, blanche ou légèrement rougeâtre.

Lorsqu'on examine à la loupe le kersanton poli,

on voit que la chaux carbonatée a rempli les interstices laissés entre le feldspath, autour duquel elle est venue se mouler : les cristaux de *f*, qui sont blancs et opaques, se distinguent très nettement de la chaux carbonatée *c*, qui est grise et transparente, et la structure de la roche rappelle celle de certains granites.

La chaux carbonatée a rempli également les fissures du kersanton qu'elle traverse alors comme veines ou comme filons.

Enfin, elle a rempli aussi des cavités très régulières et même quelquefois sphériques, dans lesquelles elle forme des nodules qui se détachent facilement de la roche; ces nodules sont enveloppés de paillettes très minces de mica, dont la base est pa-

rallèle à la surface du nodule, au lieu de lui être perpendiculaire, comme cela a lieu généralement pour la chlorite.

De même que toutes les roches, le kersanton contient de la *pyrite de fer* dans sa pâte; j'en ai observé aussi qui était bien cristallisée en cubes, et qui se trouvait à la Salebande de veinules de chaux carbonatée spathique traversant la roche. Mais il y a surtout de la *pyrite de fer magnétique;* elle a une couleur jaune de bronze dans la cassure fraîche, et elle devient jaune d'or lorsqu'elle a été exposée à l'air.

La pyrite magnétique se trouve aussi dans les autres kersantites qui ont été décrites: comme c'est un minéral peu répandu, sa présence fournira un bon caractère pour reconnaître les kersantites.

Sur quelques kersantons polis, j'ai rencontré accidentellement des grains microscopiques de *fer oxydulé*, mais ce minéral y est toujours très rare et en très petite quantité.

Il y a du *quartz* dans le kersanton, mais il y est assez rare; son mode de gisement ne diffère d'ailleurs pas de celui de la chaux carbonatée, avec laquelle il est associé: ainsi, sur des échantillons polis, j'ai observé qu'il a quelquefois rempli concurremment avec la chaux carbonatée les interstices laissés entre les cristaux de feldspath, sur les angles vifs desquels il est venu se mouler; par conséquent, de même que la chaux carbonatée, il a cristallisé après le feldspath.

Quelquefois il est en nodules à contours arrondis, séparés de la roche d'une manière très nette, qui sont formés de quartz blanc et grenu, et le plus souvent de quartz hyalin gris ou violâtre.

Dans le kersanton granitoïde à feldspath blanc et à grandes lamelles de mica noir foncé, les nodules de quartz sont, de même que ceux de chaux carbonatée, entourés par du mica.

Dans le kersanton granitoïde de Daoulas, les nodules de quartz, qui ont accidentellement jusqu'à 1 décimètre de diamètre, sont entourés par une bande verte sans mica.

L'*épidote*, qui est si fréquente dans toutes les roches feldspathiques, forme quelquefois dans certains kersantons, et notamment dans celui de Daoulas, des veinules disséminées d'une manière très irrégulière; de même que dans les mélaphyres, elle est associée à du quartz et à la chaux carbonatée.

J'ai déterminé la perte au feu de quelques kersantons:

1. Kersanton granitoïde à feldspath blanc, avec mica brun, carbonate de fer vert, et chaux carbonatée blanche, de Daoulas. 4,49

2. Kersanton vert grisâtre, à grandes paillettes de mica brun-tombac, très facile à tailler, et recherché pour les constructions, de Daoulas. 6,75
3. Kersanton gris, légèrement verdâtre, grenu, contenant des nodules sphériques de chaux carbonatée, et en même temps quelques nodules de quartz. Ces nodules ont seulement quelques millimètres. 7,41

On voit que cette perte au feu est assez considérable, et qu'elle est plus grande dans le kersanton vert ou gris, que dans celui qui contient beaucoup de feldspath blanc, et dont la structure est granitoïde. La perte au feu consiste presque entièrement en acide carbonique ; il y a cependant de l'eau, et sans doute aussi une matière organique, comme dans la plupart des roches qui contiennent de l'eau.

La quantité de carbonate mélangée au kersanton peut être estimée approximativement d'après sa perte au feu.

Lorsque le kersanton a été calciné, son feldspath devient blanc, et son mica prend une couleur brun doré ; il se désagrége alors avec la plus grande facilité entre les doigts, ce qui tient à ce que toute sa masse était pénétrée de carbonate. Il se désagrége également lorsqu'il a été attaqué par un acide ; il prend en outre un aspect carié et celluleux, par suite de la dissolution des carbonates disséminés, et son feldspath a un éclat nacré.

Le kersanton fait effervescence avec l'acide acétique, et il fait de nouveau effervescence quand on le traite ensuite par l'acide chlorhydrique ; il se laisse complétement décolorer par ce dernier acide bouillant.

Dans le kersanton, comme dans beaucoup d'autres roches, le feldspath et même le mica se fondent souvent d'une manière assez intime avec un hydrosilicate vert, qui est vraisemblablement pseudomorphique et à base de fer de magnésie ; il s'attaque complétement par l'acide chlorhydrique, et, comme la chlorite ferrugineuse, il s'est surtout développé dans les cavités de la roche, mais il n'est pas cristallin et il ne paraît pas avoir une composition bien définie. J'ai fait l'essai d'un kersanton de Daoulas à 45 kilomètres de Brest, représentant l'une des variétés de la roche le plus habituellement employée pour les constructions. Il est formé par une pâte feldspathique verte, dans laquelle il y a quelques lamelles de feldspath blanchâtre et un grand nombre de paillettes d'un mica brun-tombac, s'entrecroisant dans tous les sens. Il fait une vive effervescence avec les acides. Il contient : *Silice*.... 52,80 ; *alumine*, *protoxyde de fer*, *magnésie*, *alcalis* (diff.).... 35,05 ; *oxyde de chrome*, traces ; —

chaux.... 5,40; *acide carbonique, eau*.... 6,75. — Somme = 100.

La teneur en silice de ce kersanton est assez faible ; mais si l'on retranchait les carbonates mélangés, on peut voir qu'elle différerait peu de la teneur en silice de l'oligoclase.

Quoique l'oxyde de fer n'ait pas été dosé exactement, j'ai constaté qu'il y en a environ 7 p. 100, dont une grande partie, sans doute, est à l'état de carbonate.

Il est vraisemblable que l'oxyde de chrome était combiné avec le mica, car j'en ai trouvé une petite quantité dans le mica brun-tombac des roches granitoïdes.

Quoique le kersanton soit une roche feldspathique, il est très peu dur, et il se laisse tailler facilement, comme cela a lieu généralement pour les roches contenant beaucoup de mica. Comme il est d'ailleurs très inaltérable, et qu'il résiste bien à la décomposition atmosphérique, on conçoit donc qu'il a été très recherché pour les constructions : on l'a beaucoup employé autrefois pour les églises de la Bretagne, et la facilité avec laquelle il se taille permet de le faire servir aux ornements si délicats de l'architecture gothique.

Le feldspath du kersanton peut cependant se kaoliniser, et il se transforme alors en une arène brun jaunâtre, colorée par de l'oxyde de fer, dans laquelle on retrouve les paillettes de mica qui ont seulement une couleur brun pâle.

Quelquefois le kersanton se désagrége en boules et à la manière du basalte : c'est ce qui a lieu, par exemple, pour celui de Saint-Gildas (1).

Le kersanton est circonscrit à la rade de Brest, comme le font remarquer les auteurs de la Carte géologique de France, et M. E. de Fourcy, qui a recherché ses divers gisements avec le plus grand soin, n'en a pas trouvé en dehors de cette rade. Tandis que les kersantites des Vosges sont dans les roches granitiques, le kersanton ne s'observe que dans le terrain silurien, dans lequel il forme des dykes très irréguliers. Le plus généralement il est dans le schiste ardoisier, comme dans les environs de Daoulas et de l'Hôpital ; quelquefois cependant, comme cela a lieu sur le bord de la rivière du Faou, il a traversé non seulement le schiste ardoisier, mais encore la grauwacke silurienne qui le recouvre (2).

En résumant ce qui vient d'être dit, on voit que la *kersantite* est une roche essentiellement formée par un feldspath du sixième

(1) Frapolli, *Bulletin*, 4e série, t. II, p. 531.

(2) *Carte géologique du département du Finistère*, par M. E. de Fourcy.

système, qui se réduit le plus souvent à une pâte feldspathique ; ce feldspath est associé à du mica, qui, bien que très constant, peut cependant disparaître accidentellement dans quelques variétés pétro-siliceuses ; quelquefois aussi il y a de la hornblende, mais plutôt dans des filons que dans la roche.

Parmi les autres minéraux qui se trouvent plus spécialement dans la kersantite, on peut citer les carbonates de fer et de chaux, la pyrite de fer magnétique et non magnétique, et enfin le quartz, qui, dans les variétés que j'ai décrites, ne doit guère être signalé que pour sa rareté.

La *kersantite* a de l'analogie avec la *diorite*, de laquelle elle diffère seulement en ce que le mica remplace la hornblende ; elle forme, comme la diorite, des dykes ou de gros filons, soit dans les terrains granitiques, soit dans les terrains stratifiés anciens.

Le secrétaire donne lecture du mémoire suivant de M. L. Zeuschner :

Description géologique du dépôt de soufre à Szwoszowice, près de Cracovie, par M. le professeur Louis Zeuschner, de Cracovie.

L'âge relatif du dépôt, contenant les plus puissantes assises de sel gemme exploité depuis cinq siècles à Vieliczka et à Bochnia, vient d'être déterminé d'une manière beaucoup plus complète (grâce aux progrès de la paléontologie). Il est certain qu'outre le simple contact, il n'a aucun rapport avec les roches contiguës, comme le grès carpathique, auquel, il n'y a même pas longtemps, plusieurs géologues voulaient le réunir, et qui représente ici le premier étage de la formation crétacée appelé *lower greensand* par les géologues anglais, et *néocomien* par les géologues français. Il serait encore plus difficile de le réunir au dépôt du calcaire blanc de la formation jurassique, ou de le regarder comme une assise subordonnée à ce terrain. Cette dernière supposition ne s'appuyant sur aucune observation, ni sur la stratification, ni sur des restes organiques, ce fut plutôt une de ces hypothèses erronées jetées au hasard et auxquelles on ne devrait attacher aucune valeur scientifique.

M. Philippi, de Kassel, qui, à ma demande, a eu l'obligeance de faire des recherches sur les foraminifères et d'autres coquilles microscopiques contenues dans une variété de sel gemme de Vié-

liczka, connue sous le nom de Spizowa, qui forme la partie moyenne du dépôt salifère, est arrivé à la même conclusion. Ce résultat vient d'être confirmé encore par M. le docteur Reuss, de Bilin, comme il m'en informe dans une lettre, sur une quantité de coquilles fossiles qu'il a reçues dernièrement de Vieliczka.

Il est donc positif que les assises de sel carpathique qui m'occupent se sont déposées dans une mer primitive, pendant les derniers changements de la surface de notre globe, et qu'elles forment une partie de ce dépôt si puissamment répandu sur le continent européen. Selon toute probabilité, les assises de sel gemme de Vieliczka et de Bochnia étaient unies à celles situées au pied de la chaîne carpathique dans la partie orientale de la Galicie, où prennent leur origine une multitude de sources salées, comme aussi avec les puissants dépôts de sel gemme situés sur les versants opposés des monts Carpathes dans la Moldavie et la Valachie, en Hongrie dans le comitat de Marmoroche, et dans la Transylvanie, où ils constituent quelquefois des collines élevées de 200 pieds au-dessus du niveau de la plaine voisine, comme par exemple près de Parayd et Szowata. Les assises de sel gemme qui existent dans la Péninsule italienne, en Toscane près de Volterra, à Salina di Langre, en Calabre, et celles de Sicile, remontent à la même époque.

Comme tous ces dépôts appartiennent à la partie moyenne des terrains tertiaires, il en résulte qu'une cause puissante inconnue encore a influé sur la salure excessive de ces mers dans lesquelles cette formation a pris son origine, et qui a contribué au dépôt de ce minéral indispensable pour l'existence de l'homme.

En observant ce dépôt près de Cracovie, nous voyons que la mer tertiaire remplissait un détroit de deux lieues de largeur, avec des embranchements dans les vallées voisines. Il est donc certain qu'avant que ce dépôt fût formé, déjà cette région présentait les mêmes montagnes et les mêmes cimes allongées, séparées par les vallées, que celles qui existent de nos jours.

Les escarpements rocheux du calcaire corallien occupent le côté septentrional de ce détroit, tandis que son côté méridional est composé des assises de grès carpathique, qui constituent ici les premiers chaînons des Bezkides, le long desquels, dans les sites très pittoresques, on peut suivre plusieurs villages, tels que : Libirtow, Mogilany Babiny, Siercza, Biskupice, etc.

Des observations très exactes faites sur le plateau qui s'élève au N. de Cracovie m'ont démontré que, même à la distance de quelques lieues, on ne rencontre aucune trace de terrain tertiaire; on ne le trouve pas non plus au S., sur les Bezkides, où, même

après les recherches les plus munitieuses, il m'a été impossible de le découvrir.

Quoique le dépôt tertiaire occupe relativement peu d'espace, il se distingue néanmoins par la variété des roches qui entrent dans sa composition. Les principales sont : le sel gemme, le soufre et le gypse. Les premières traces de terrains qui appartiennent incontestablement à cette formation s'appuient au dos escarpé d'une colline formée de calcaire corallien, au sommet de laquelle on découvre les ruines de l'ancienne abbaye des bénédictins à Tyniec. Ce sont des couches d'argile grise accompagnées de sources d'eau salée qui servaient (dès le XIIIe siècle) à fabriquer le sel gemme, comme le prouvent les anciens documents de l'abbaye.

On trouve souvent, au contact immédiat de cette argile, le gypse granulaire de Skotniki, qui forme des couches distinctes. Le gypse est coloré ordinairement par une petite quantité d'argile grise; quelquefois il est parfaitement granulaire, en forme de boules noyées dans l'argile, et ne se trouve qu'exceptionnellement en gros cristaux. Le dépôt gypseux de Skotniki est recouvert ordinairement par une couche mince d'argile grise, et c'est de là que vient la fertilité du sol de cet endroit et de celui du village voisin Kobrezyn.

Plus loin à l'E., vers Szwoszowice, ce sont les sables qui dominent, et ils recouvrent les argiles et les gypses mentionnés, comme nous le verrons plus loin.

Déjà, derrière le village de Borek, à gauche de la chaussée, se montrent les marnes brunes appartenant au dépôt de soufre de Szwoszowice, sur lesquelles reposent les sables dans la montagne dite Ztotagöra (Montagne d'or), au sommet de laquelle se trouve le village Rajska; de là, vers Vieliczka, au pied des premières collines des Bezkides, ce sont les sables ou les grès friables qui prédominent, comme à Kraszkowice, près de l'auberge de Gliniki, à Psia Görka, près de Vieliczka, à Sledziejowice, et partout ils renferment plusieurs débris d'Huîtres et rarement quelques Pectens.

Il paraît que le dépôt de gypse qui s'appuie sur le calcaire corallien de Podgörze a une structure différente de celui de Skotniki; mais, selon toute probabilité, il est lié avec les assises de Skotniki. Le gypse de Prokocim est composé de boules blanches et grisâtres qui ont rarement plus d'un pied de diamètre et sont disséminées avec d'autres plus petites dans l'argile grise. Dans les mines, il se produit des exhalaisons bitumineuses tout à fait analogues à celles de quelques parties de la mine de Vieliczka.

Ces observations et les caractères minéralogiques prouvent beaucoup en faveur de l'idée que le gypse de Prokocim corres-

pond à la couche supérieure du dépôt de sel gemme de Vieliczka.

A Gdöw, à l'E. de Vieliczka, la formation tertiaire est recouverte par le terrain plus moderne où dominent les argiles contenant les ossements de mammouth et les sables d'alluvion ; dans quelques endroits seulement se montrent des terrains plus anciens, comme le dépôt de sel gemme à Bochnia, et les argiles et sables en couches alternantes à Mate Kossyczki, près de Tarnöw.

Plus loin cette formation commence à se montrer sur une échelle plus grande, et se prolonge d'un côté vers le nord, dans le royaume de Pologne, où elle occupe des étendues considérables, près de Pinczöw Korytnica, tandis qu'au sud, vers Léopol, elle communique avec les dépôts tertiaires qui couvrent la plus grande partie de la Volhynie et de la Podolie, en se prolongeant même vers les limites de la mer Noire.

Le gisement du soufre de Szwoszowice se trouve intercalé entre les terrains tertiaires, et forme leur point de jonction, quoiqu'il s'en distingue par ses caractères minéralogiques. Il se compose principalement de marnes argileuses grises, au milieu desquelles sont disséminées les petites couches de soufre natif et de gypse. Les terrains tertiaires ne contenant ni soufre ni marnes dans leur composition, il paraît que les circonstances locales ont influé sur leur formation. Les puits exécutés jusqu'à présent permettent de calculer l'épaisseur totale des couches de marne et de soufre jusqu'à 243 pieds viennois. Elles s'appuient d'un côté sur le calcaire corallien de Kurdwanöw, avec lequel elles n'ont aucun autre rapport que celui de simple contact. Ces marnes, altérées par l'action des agents atmosphériques, produisent un sol fertile, ce qui empêche de les reconnaître à la surface ; et il faut les examiner dans les ravins provenant de l'action récente des eaux. Elles prédominent et forment des masses puissantes sans être ni schisteuses, ni stratifiées ; ordinairement elles sont un peu molles, et durcissent à mesure qu'augmente la proportion de carbonate de chaux. Déjà, par la couleur seule, on peut déterminer cette différence, les variétés argileuses étant très communes et d'une couleur gris bleuâtre, tandis que celles où l'élément calcaire prédomine présentent des nuances plus claires et un peu jaunâtres.

En faisant une reconnaissance sur toutes les directions de ce dépôt, je n'y ai trouvé aucune autre roche, ni aucun autre minéral mélangé, ni même de fragments minéraux qui auraient pu y tomber accidentellement pendant sa formation.

Produites par un dépôt lentement accru, ces marnes contiennent, par intervalles presque égaux de douze pieds, cinq couches

de soufre natif ; sur les deux supérieures s'exécutent à présent les travaux d'exploitation, et c'est de là que viennent tous nos renseignements relatifs à ce gisement. Le sondage exécuté dans le puits nommé Ferro a fait connaître l'existence de trois autres couches inférieures. La couche supérieure de soufre ne forme point une masse continue ; mais seulement les petits grains de soufre, de la grosseur de graines de chanvre, se trouvent dispersés principalement dans la marne gris clair ; ces grains se rapprochent entre eux plus ou moins, et finissent quelquefois par former des amas. La structure de ces grains, à la surface, est différente de celle de l'intérieur ; la partie centrale est formée de soufre en masse d'une couleur jaune-paille, tandis que la partie extérieure est d'une structure cristalline, un peu translucide, d'une belle couleur jaune de soufre. Quelquefois c'est tout le contraire ; le centre des grains est formé de soufre, et la plaque mince, à l'extérieur, de soufre en masse. Quelques uns se lient parfois ensemble en amas botryoïdes ; mais la structure décrite plus haut permet de distinguer les grains isolément.

Avec ces particules de soufre, on trouve disséminés dans la marne une grande quantité de débris végétaux, des tiges carbonisées, ce qui prouve en faveur de l'opinion que le soufre n'a pas dû son origine à une sublimation par quelques actions plutoniques, mais plutôt à l'action tranquille des eaux. Les particules de soufre reposent plus ou moins sur les places continues, et forment de petites couches parallèles.

L'épaisseur de l'assise supérieure est assez variable de 1 à 5 pieds ; là où elle devient plus épaisse, on peut observer très exactement plusieurs petites couches de 3 pouces de hauteur, séparées par les épaisseurs semblables des couches marneuses. Cette épaisseur n'est jamais uniforme, mais elle change continuellement d'un point à l'autre. On trouve ordinairement, immédiatement au-dessus de cette couche de soufre, une espèce de grès marneux noir partagé en plusieurs couches de différentes épaisseurs, qui contiennent une quantité considérable de tiges végétales à l'état de charbon et quelquefois même des feuilles de dicotylédones.

Il paraît qu'il existe au-dessus de la couche supérieure une autre couche de soufre séparée également par les marnes. Je dois cette information, sans autres détails plus circonstanciés, à M. Los, ancien directeur de cette mine.

Cette première couche de soufre, qu'on pourrait appeler à petits grains, est séparée par une assise marneuse de 12 à 30 pieds de puissance, dans laquelle sont disséminées des couches de gypse

d'une épaisseur qui varie de 1/2 à 2 pouces; ordinairement elles ne sont point parallèles, mais elles se croisent en tous les sens, formant une espèce de réseau. On ne trouve point de cristaux de gypse, mais c'est une variété fibreuse et blanche, quelquefois même à fibres aplaties. La couche suivante de soufre est globuleuse, s'approche ou s'éloigne de la couche supérieure, suivant l'épaisseur plus ou moins forte du dépôt marneux gypsifère qui les sépare. En général, elle est plus puissante que la précédente, et elle est de 2 à 9 pieds d'épaisseur.

Le soufre ne forme pas non plus une masse continue, mais il se compose de globules aplatis de 1 à 4 pouces de diamètre, disposés dans la marne; exceptionnellement, ces globules se rapprochent entre eux de plus en plus, et forment une masse continue. Comme la précédente, cette couche est divisée en d'autres petits strates séparés par la marne. Le soufre globuleux a un aspect un peu différent de celui de la couche précédente; il présente une structure compacte, quoiqu'il contienne peu d'éléments hétérogènes.

De deux expériences il résulte que 1 gramme de ce soufre ne contient que 0,002 grammes de parties argileuses. Dans cette assise se trouvent souvent des géodes remplies de cristaux de soufre, dont les surfaces sont très polies et très luisantes.

J'y ai trouvé les formes suivantes, nommées par Haüy: basé (333); émoussé (336); octodécimal (338), et quelques autres moins distinctes et excessivement rares.

En observant avec attention ces cristaux, on reconnaît que leur formation est postérieure à celle de la couche dans laquelle ils se trouvent. Les parois de ces géodes sont brisées, et dans le soufre de dépôt primitif on aperçoit les traces de corrosion, et sur les faces ainsi altérées se développent des cristaux de soufre, provenant probablement de sources hydrosulfureuses abondantes dans cette assise.

Avec les cristaux de soufre se trouvent aussi ceux de carbonate de chaux tapissant l'intérieur des géodes; ils sont transparents avec leurs clivages distincts, et se rapportent à des formes de scalénoèdre qu'il est impossible de déterminer.

Au-dessus de l'assise de soufre en globules, on rencontre des géodes en quantité variable, remplies de cristaux de sulfate de baryte. Les géodes sont aplaties et leur long axe est parallèle au plan de l'assise elle-même. Le sulfate de baryte est rarement bien cristallisé : ordinairement ce sont de petites lames minces comme du papier; plus fréquemment elles se présentent en formes rayonnées, et dans ce cas on peut reconnaître des cristaux dodécaèdres.

Les cristaux déliés sont transparents et incolores; ils deviennent plus gros et d'une couleur jaune brun et demi-transparents. Ce minéral présente même une structure fibreuse avec une couleur blanc de lait ou jaune brun. Il ne m'est jamais arrivé de trouver réunis ensemble le gypse et le sulfate de baryte; il semblerait que ces deux minéraux se repoussent mutuellement, malgré l'analogie de leur composition chimique. Comme une rareté, on rencontre quelquefois du quartz blanchâtre dans les excavations du soufre en globules; il presente les faces ordinaires du prisme et du dodécaèdre triangulaire. Comme les cristaux de soufre, c'est aussi un produit postérieurement séparé des eaux.

En général, les restes organiques sont rares dans cette assise: on y rencontre quelquefois des débris végétaux; ceux des animaux sont excessivement rares et presque introuvables. M. Los, qui a dirigé cette mine pendant plusieurs années, a trouvé dans les marnes grises un *Pecten Silii*, actuellement dans la collection *montanistique* à Vienne; il avait recueilli autrefois une foule de petites coquilles remplies de soufre, qui ressemblaient au genre *Natica*, mais à cette époque on faisait peu de cas de cette sorte de trouvaille, et on n'a pas eu le soin de les conserver.

L'existence de ces deux fossiles prouve que ce dépôt a été produit dans la mer qui était jointe à celle où le sel de Vieliczka s'est formé. Déjà même les rapports que présente la formation tertiaire près de Cracovie démontrent que cette mer tertiaire remplissait une gorge étroite avec deux rives très rapprochées, et de là vient cette quantité de feuilles qui couvrent la partie supérieure des assises de soufre. On y trouve peu de ces feuilles qui soient bien conservées, mais elles proviennent toujours d'une grande variété d'espèces. Elles appartiennent exclusivement aux dicotylédones; avec les espèces nouvelles, il y en a une grande quantité d'autres déjà connues, et qui permettent de déterminer l'âge du dépôt avec toute certitude. Mon honorable ami, M. le professeur Unger, de Grätz, qui s'occupe spécialement de la flore tertiaire, a bien voulu, sur ma demande, examiner et classer ces débris.

Les espèces déterminées par lui sont:

Taxites Langsdorfii, Alex. Braun.
Myrica deperdita, Unger.
Alnus Kefersteinii, Unger.
Quercus grandi-dentata, Unger.
— *lignitum*, Ung., *Chloris protogea*.
— *furcinervis*, Ung., *Synopsis*.
Carpinus macroptera, Brongniart.
Alnus parcifolia, Alex. Braun.
Juglans deformis, Ung.
— *bilinica*, Ung.
Rhus Herthae, Ung.
Laurus Swoszovicensis, Ung.
Prunus paradisiaca, Ung.

Prunus Zeiszneri, Ung.
Elaiodes Fontanasia, Ung.
Diospyros brachysepala, Ung.
Neritinum dubium, Ung.
Apocinophyllum lanceolatum, Ung.

Le sondage exécuté dans le puits Ferro a démontré, outre ces assises de soufre bien reconnues, l'existence de trois autres couches, sur lesquelles on ne possède d'autres renseignements, sinon, qu'à 12 pieds du sommet du puits Ferro il s'en trouve une troisième, et, en suivant l'ordre général, une cinquième couche de soufre. On ne sait pas de combien encore ce dépôt descend dans la profondeur; il est présumable qu'il repose immédiatement sur le calcaire corallien de Kurdwanow.

Le dépôt de soufre de Szwoszowice n'est plus dans sa position primitive; il est visible que ce changement a été produit par les forces plutoniques. Ce gisement, qui se prolonge de l'E. à l'O., se trouve incliné vers le S. de 3 à 15 degrés. En beaucoup d'endroits, les couches ployées, bombées, ne forment point une surface plane continue; mais il faut s'imaginer que ce dépôt était composé de plusieurs cônes réunis: en outre sa masse totale se trouve élevée de 300 à 400 pieds au-dessus du niveau de la Vistule.

Le champ d'exploitation de Szwoszowice est à peu près aussi large que long; il a 440 toises viennoises de l'E. à l'O., et 460 toises venant du N. au S. Le puits le plus profond a 22 toises viennoises.

Le point de passage du groupe inférieur au groupe supérieur, c'est-à-dire des marnes aux sables, est caché à l'œil de l'observateur; quoique au-dessus de la mine elle-même s'élève la colline appelée Ztotagöra, composée en totalité du groupe supérieur. Sur sa crête, près du village Rajska, on voit dans de profonds ravins des sables meubles et quelques parties de graviers agglutinés qui renferment des bancs d'Huîtres et même, quoique rarement, des Pectens. A Wrzoszowice, village situé à trois quarts de mille de Szwoszowice, dans un profond ravin entouré de roches de grès carpathique, il existe des sources saturées de gaz hydrosulfurique, dans le voisinage desquelles on aperçoit des tas amoncelés de gypse fibreux avec quelques traces de soufre natif, débris d'une ancienne exploitation. Tout prouve qu'il doit se trouver ici un gisement de soufre analogue à celui de Szwoszowice.

Le dépôt de soufre de Szwoszowice se trouve intercalé en forme de coin entre les assises de sel de Sydzina et de Vieliczka, et, selon toute probabilité, il doit son origine à une cause locale. Il est

certain que le soufre de Szwoszowice n'est point produit par une sublimation causée par la chaleur intérieure du globe; il se trouve mêlé intimement avec les couches parallèles, ce qui démontre évidemment qu'il s'est déposé comme toute autre roche stratifiée. En outre, ces marnes et le soufre renferment les débris de coquilles marines, les tiges et les feuilles des plantes croissant à cette époque sur les lieux mêmes, ce qui explique l'état de leur conservation et l'exactitude avec laquelle on a pu déterminer les genres et les espèces. Il doit vraisemblablement son origine à la décomposition de sources chargées de gaz hydrosulfurique, semblables à celles qui existent de nos jours. Ces eaux, saturées de ce gaz, puis mises en contact avec de l'air atmosphérique, déposaient du soufre.

Comme le soufre, le sulfate de baryte a dû se trouver en dissolution dans les eaux, puis précipité par quelques causes particulières, parce qu'il occupe un niveau déterminé au-dessus de la couche de soufre en globules, et dans son voisinage on rencontre des traces de végétaux fossiles. Il est donc très probable que la baryte se trouvait dans ces eaux à l'état de sulfure de baryum, qui, au contact de l'air, se changeait en sulfate de baryte.

Il est difficile de déterminer de quelle roche coulaient les sources qui ont produit ces riches dépôts de soufre. Elles pouvaient sortir également du calcaire corallien ou du grès carpathique. Quant au calcaire, c'est peu probable, les roches les plus voisines de Kwidwanöw ne présentant ni ouvertures, ni altérations quelconques. En examinant très minutieusement les calcaires sur les bords de la Vistule, j'ai rencontré le même cas. Le mont Wawel, près de la grotte du dragon (Smocza-jama), fait une seule exception; les couches de calcaire se trouvent ici bombées et courbées; elles sont noircies à la surface par l'hydrate de fer; dans la grotte elle-même, la surface de la roche est sillonnée par une multitude de cavités arrondies.

Une autre montagne appelée Hetm, près de Czernichöw, présente les mêmes phénomènes. Cela semble prouver que ces effets sont produits plutôt par l'exhalation corrosive des acides que par celle du gaz hydrosulfurique. Probablement ce n'était point de l'acide sulfurique, parce qu'on ne trouve aucune trace de gypse dans le voisinage. C'est plutôt de l'acide chlorhydrique produisant avec de la chaux un sel soluble dans l'eau. Tout cela porte à croire que les ouvertures des sources hydrosulfuriques doivent être recherchées dans le grès carpathique, car le dépôt de soufre situé à Zielone, près de Wrzoszowice, est placé au milieu du grès carpathique, et il est lié avec le dépôt de Szwoszowice. Il peut se faire

aussi que les traces de ces anciennes exhalaisons aient disparu pendant les bouleversements plutoniques qui ont fortement agité cette région des environs de Cracovie, avant qu'elle ait pris sa configuration actuelle.

M. Marie Rouault fait la communication suivante :

Note préliminaire (1) *sur une nouvelle formation découverte dans le terrain silurien inférieur de la Bretagne*, par M. Marie Rouault, pensionnaire de la ville de Rennes.

Le résultat de la longue excursion que nous venons de faire en Bretagne a été pour nous des plus satisfaisants.

En continuant nos recherches sur les roches anciennes qui constituent le sol des environs de Rennes, nous sommes arrivé à confirmer, au point de vue paléontologique, diverses opinions qui, seulement sous le rapport stratigraphique, nous avaient déjà semblé suffisamment fondées.

Ainsi, à l'endroit où nous avions signalé du schiste ardoisier qui se trouve au N. du bourg d'Ercé, et qui constitue le versant S. de la butte de Bon-Air, si déjà les caractères de la roche et son orientation avaient suffi pour nous porter à conclure que cette roche ne devait différer en rien de celle qui s'exploite à Vitré, à Angers, à Bain, et sur tous les autres points que nous avions cités, et qui présentent les mêmes fossiles, par suite de fouilles récentes, nous avons été confirmé dans nos conclusions. A notre retour sur ce point, dans les débris d'une ancienne exploitation, nous avons pu retrouver là des traces non équivoques de la plupart des espèces qui partout ailleurs caractérisent le schiste silurien de ce pays.

Les espèces dont nous avons pu constater l'existence ici sont : *Calymene Tristani*, *C. Verneuili*, *Placoparia Tourneminei*, *Odontopleura Buchi*, *Ogygia Edwardsi*, *Illænus Desmaresti*, etc.

Non loin de cet endroit, en nous dirigeant vers Gahard, nous avons fait la découverte d'un grès riche en fossiles, lesquels nous ont paru ne différer, non plus que la roche elle-même, d'un dépôt connu depuis longtemps, qui se trouve à May, près de Caen. Ce grès, que nous venons de découvrir à Gahard, et que nous croyons pouvoir rapporter à celui de May, ne peut être confondu avec celui dont nous allons parler.

(1) M. Rouault doit joindre à la présente note une note supplémentaire dont le manuscrit sera prochainement remis.

Parmi les quelques questions que nous avons déjà abordées sur la géologie de la Bretagne, l'une des plus importantes est sans contredit celle que nous avons déjà traitée dans notre dernière note, publiée dans le bulletin de la Société de cette année (séance du 19 mars); nous voulons parler de celle qui est relative aux roches siliceuses qui couvrent une si grande partie de la surface de ce pays, et dont les parties séparées de cette formation sont quelquefois très distantes.

Cette question a été pour nous, cette année, l'objet d'une étude toute particulière, et le résultat que nous avons obtenu de nos recherches paléontologiques sur une certaine étendue de cette formation a confirmé pleinement notre idée première, qui l'a séparée de celle avec laquelle on avait pu la confondre.

A l'appui de cette idée, malgré les solutions de continuité très marquées qui, quelquefois, séparent les lambeaux de cette formation, solutions de continuité qui ne nous avaient point empêché, à cause de l'étude que nous avions faite des perturbations qui ont pu se produire ici, de relier toutes ces parties et de les considérer comme ne formant qu'un seul tout; à l'appui de cette idée, qui constitue cette roche en une formation nouvelle, distincte de toutes celles déjà reconnues, nous avons découvert ici une faune toute particulière et qui est commune à tous ces lambeaux même les plus distants.

Cette faune est nouvelle pour la science comme pour le pays. Elle est nouvelle pour le pays, en ce sens qu'une ou deux seulement de ses formes ont été signalées. Elle est nouvelle pour la science, puisque le plus grand nombre des êtres organisés qui la composent ne rappelle rien de ce qui est connu.

Le fait le plus important pour nous n'est pas seulement dans la nouveauté des formes que nous présentent ces fossiles, car ces derniers auraient bien pu se trouver associés à d'autres déjà connus, et alors il n'y aurait ici qu'une augmentation dans le nombre de la faune de l'étage auquel celle-ci appartiendrait.

Le fait important est donc que pas une espèce de cette faune n'est commune aux deux autres qui, dans ce pays, sont déjà si largement représentées, de sorte que chacune de ces trois séries de fossiles qui caractérisent le terrain paléozoïque aux environs de Rennes est nettement tranchée, et cette dernière, que nous venons de découvrir, sous ce rapport se distingue également bien et de celle de l'étage du schiste ardoisier, et de celle du terrain dévonien qui, comme on le sait, sont très distinctes.

Cette formation nouvelle ne se compose pas seulement des grès

que nous avons signalés : il est d'autres roches qui nous ont présenté des caractères stratigraphiques identiques, et la présence dans ces dernières roches des mêmes fossiles que dans les grès constitue une double raison qui nous porte à les réunir et à les considérer comme ne devant former qu'un seul et même groupe. Nous voulons parler de ces puissants strates de schiste de couleur rouge plus ou moins foncée, qui, quelquefois, se présentent à l'état de poudingues, et se montrent si abondants dans les parties S. du département d'Ille-et-Vilaine.

En considérant l'étendue que cette formation nous semble devoir occuper à la surface de cette contrée où elle est reconnue pour la première fois, nous ne croyons pas, eu égard à tout ce qui la met en relief, devoir balancer pour lui donner un nom qui désormais empêchera de la confondre.

En conséquence, puisque cet étage ne peut être rapporté à aucun de ceux qui composent la série connue des terrains paléozoïques, nous proposons de le désigner sous le nom d'étage du *grès armoricain*.

La place de ce grès n'est pas exactement celle que, dans notre note du mois de mars dernier, nous avions cru devoir lui assigner, c'est-à-dire, comme étant supérieure au terrain dévonien. C'est à des perturbations géologiques que l'on doit attribuer la position qu'occupent ici les parties de cette roche, lorsqu'elles reposent sur ce terrain.

La place du *grès armoricain* est dans le terrain silurien inférieur. Il est supérieur à l'étage du schiste ardoisier.

Le terrain silurien inférieur doit donc être considéré désormais comme étant représenté, dans les environs de Rennes, par deux étages bien distincts, et qui sont, en procédant de bas en haut :

1° *Étage du schiste ardoisier fossilifère*, composé d'un schiste argileux vert, peu fissile, non fossilifère, et sur lequel est assise la ville de Rennes ; puis, comme formant la partie supérieure de cet étage, des schistes argileux bleus, généralement très fissiles et très fossilifères, exploités en beaucoup d'endroits pour ardoises, clôtures, etc. (A Bain, à Poligné, à la Couyère, à Angers, à Vitré, etc.)

2° *Étage du grès armoricain*, composé d'un schiste rouge plus ou moins foncé ; qui dans beaucoup d'endroits se présente à l'état de poudingues, notamment à Montfort. A l'un et à l'autre de ces états cette roche est exploitée pour construction (à Montfort, à Orgère, au Pont-Réan, etc., etc.). Enfin, au-dessus de ce schiste repose un grès siliceux en stratification concordante. Ce grès, qui

est généralement blanc, quelquefois gris bleuâtre, a une texture qui passe du grès le plus tendre à une espèce de quartzite.

Ce grès est beaucoup plus fossilifère que le schiste du même étage qui présente les mêmes espèces ; il est exploité pour constructions, mais c'est plus particulièrement pour l'empierrement des routes qu'il est employé.

Nous ne nous arrêterons pas, dans cette simple note, à faire connaître par plus de détails cette formation. Sa nature tranchée, et surtout la manière d'être des strates qui la composent, ainsi que les fossiles qu'elle nous présente, la distinguent suffisamment pour nous autoriser dès à présent à la considérer comme formant un étage particulier. Du reste, dans le travail qui nous occupe en ce moment, nous ferons connaître avec de grands détails toutes les observations qui nous ont conduit à ces conclusions.

Aujourd'hui nous nous contenterons de signaler les principales formes organiques que ces roches nous ont offertes.

En faisant connaître les principaux caractères de ces formes, nous allons leur donner des noms spécifiques et même génériques, lorsqu'il nous deviendra impossible de les faire rentrer dans des groupes déjà établis. Nous ne pourrons pas toujours non plus assigner d'une manière nettement définie la place que ces formes nouvelles doivent occuper dans les séries organiques ; mais il nous semble néanmoins nécessaire de leur donner des noms, à cause de leur importance géologique et pour l'intelligence du travail que nous préparons sur ces terrains.

FOSSILES DE L'ÉTAGE DU GRÈS ARMORICAIN.

MOLLUSQUES.

Parmi les quelques espèces que nous avons trouvées, qui se rapportent à cette classe, trois seulement nous ont offert des caractères suffisants pour pouvoir être déterminées. Toutes trois appartiennent au genre Lingule, de Bruguière ; toutes trois aussi nous offrent des dimensions très grandes par rapport à toutes les espèces connues.

Lingula Lesueuri, Marie Rouault.

Se distingue par les caractères suivants :

Proportions approximatives ; nous n'avons pas d'individus entiers : longueur, 45 millimètres ; largeur, 15 millimètres ; épaisseur, 2 à 3 millimètres au plus.

Coquille mince, très allongée, tronquée carrément en avant; les parties latérales du bord représentent deux lignes droites, formant avec celle antérieure des angles droits à peine émoussés; ces parties latérales du bord ne présentent qu'une faible courbure en venant gagner la charnière, ce qui donne à la coquille une forme générale très symétrique. Elle est couverte sur toute sa surface de lignes d'accroissement très nombreuses et très marquées; quelques unes, de distance en distance, le sont davantage. Ces stries sont croisées par d'autres longitudinales très fines et très serrées.

Cette espèce se rapproche plus de *L. Munsterii*, d'Orb., que de toute autre; mais elle s'en distingue par sa forme plus régulière et par l'absence complète des trois sillons longitudinaux, qui caractérise l'espèce bolivienne.

Nous dédions cette intéressante espèce au savant collaborateur de Péron, comme un hommage rendu à sa mémoire et un témoignage d'estime donné à sa famille.

Localité : Guichen.

Lingula Brimonti, Marie Rouault.

Longueur, 40 millimètres; largeur, 46 millimètres; épaisseur, 25 millimètres.

Coquille courte, robuste, très renflée; la plus épaisse du genre; plus large que longue; tronquée brusquement en avant; bord parfaitement circulaire à partir des angles qu'il forme antérieurement jusqu'à la charnière, de laquelle part, en formant un crochet sur chaque valve, un renflement qui se divise en deux côtes très marquées qui viennent aboutir aux deux angles que forme le bord en avant.

La coquille est en outre couverte sur toute sa surface de lignes d'accroissement très saillantes.

Ne présente avec toutes les espèces connues que des rapports génériques.

Localité : Guichen, Bain.

Lingula Hawkei, Marie Rouault.

Longueur, 42 millimètres; largeur, 38 millimètres; épaisseur, 20 millimètres.

Coquille de forme presque arrondie; un peu plus longue que large; plus développée en avant; renflée vers le haut; s'amincissant vers le bord; sans côtes à sa surface; lignes d'accroissement

très marquées, croisées par d'autres longitudinales, fines et très serrées. Se distingue de *L. dubia*, d'Orb., par sa forme plus allongée et son plus grand développement, et de *L. quadrata*, Eich., par sa largeur qui est plus grande en avant, et beaucoup moindre en venant gagner la charnière.

Localité : Guichen.

Corps ne présentant aucun caractère qui puisse permettre de les ranger dans les genres connus; pour la plupart même l'incertitude existe quant à la classe à laquelle ils peuvent être rapportés.

Néanmoins, par les caractères que le plus grand nombre nous a offerts, il nous semble qu'il n'y a nul inconvénient à les placer dans les Fucoïdes.

Genre Fræna, Marie Rouault.

(Comprenant les Bilobites, Cruziana, d'Orb., etc.)

Sous cette dénomination, nous désignons un certain nombre de fossiles de formes variées, dont quelques unes seulement sont déjà connues, mais d'une manière vague.

Il ne nous est pas possible aujourd'hui de préciser la place que ce groupe de fossiles doit occuper dans les séries organiques (1). Les renseignements que nous possédons par suite d'observations faites ailleurs, et l'examen de nos échantillons que nous n'avons pu faire que très rapidement, ne peuvent nous autoriser à nous prononcer dès à présent d'une manière définitive sur ce sujet. Toujours est-il, qu'à l'égard des espèces déjà décrites, nous ne pouvons adopter aucune des opinions émises. Les raisons sur lesquelles on s'est appuyé ne nous semblent pas pouvoir soutenir les conclusions qui ont été déduites.

Ce groupe se compose 1° des fossiles désignés sous les noms de Bilobites et Cruziana, et 2° d'autres formes non connues qui, au premier abord, en partant des caractères les plus apparents, sembleraient s'écarter beaucoup des premiers; mais l'étude que nous commençons sur ces fossiles nous autorise dès aujourd'hui à les réunir.

Toutes ces formes variées ainsi réunies nous présentent les caractères suivants :

Corps très allongé, laniériforme, et dont le diamètre, dans toute

---

(1) Si ce n'est, comme nous venons de le dire, parmi les Fucoïdes.

la longueur, qui paraît avoir été considérable, varie peu ou point. Ces corps allongés passent de la forme la plus ronde à une forme très aplatie. Cet aplatissement, parfois nul, d'autres fois très marqué, ne varie que suivant les espèces, et est toujours accompagné par des sillons longitudinaux, dont le nombre et la profondeur n'augmentent que de la même manière. Ces sillons sont nuls sur les espèces de forme arrondie; un seul se présente, mais est peu marqué sur celles dont la forme est encore assez ronde, et la profondeur de ce sillon augmente dans la même proportion que la largeur du corps du fossile l'emporte sur son épaisseur. Enfin trois sillons caractérisent les espèces les plus plates, de sorte que celles-ci sont réellement quadrilobées, tandis que celles qui n'en présentent qu'un n'offrent que deux lobes (ce qui leur a valu le nom de Bilobites); celles dont le corps parfaitement arrondi ne présente aucune dépression sont unilobées.

Comme nous venons de le dire, parmi celles d'entre ces espèces qui présentent un sillon, celui-ci est d'autant plus marqué que la largeur de l'espèce l'emporte sur son épaisseur; de même aussi chez celles qui en offrent trois, on observe que plus l'espèce présente de relief, plus les deux sillons latéraux sont voisins des bords, et ce n'est que chez celles dont le corps est très aplati que ces sillons se rapprochent davantage de celui du milieu; par suite aussi, c'est ici que les lobes latéraux externes présentent leur plus grand développement. A ce caractère de la forme ronde primitive qui s'altère de plus en plus, et dont l'altération, suivant qu'elle est plus marquée, est accompagnée par un ou plusieurs sillons longitudinaux, dont la profondeur augmente également, s'ajoute le suivant : un système de stries recouvre en entier le corps de la plupart de ces fossiles. Ces stries, qui partent du sillon médian, se dirigent obliquement, mais en sens inverse, sur les parties latérales; elles sont fines, régulières sur les espèces les plus minces (celles qui présentent quatre lobes), deviennent de moins en moins régulières, diffuses même par la bifurcation des crêtes qu'elles déterminent, et dont les parties de ces crêtes ainsi bifurquées, en s'unissant de l'une à l'autre, constituent parfois une véritable réticulation; ce caractère n'est particulier qu'à des espèces simplement bilobées, mais de forme aplatie. Enfin, quoique très marquées, ces stries deviennent équivoques par leur direction incertaine et leur forme plus ou moins calleuse sur celles bilobées plus en relief, et sont nulles sur celles dont le corps est de plus en plus arrondi.

Ajoutons que pour ces fossiles qui se sont développés en rampant

à la surface du sol au fond des eaux, qui ne nous ont laissé que des caractères vagues de leur forme extérieure, il ne nous reste rien qui puisse nous éclairer sur leur structure interne, si ce n'est que ce qui les représente aujourd'hui est de la même nature et au même état que la roche où ils se trouvent, et avec laquelle ils adhèrent par leur face inférieure, et même se confondent le plus ordinairement.

Ce fait nous prouve au moins qu'ils ont été d'une décomposition facile, que cette décomposition paraît s'être effectuée presque immédiatement après qu'ils ont été recouverts, tandis que leur enveloppe externe a pu jouir d'une certaine résistance, puisqu'ils ont pu conserver leur forme qui rarement est altérée (1).

Fræna Sancti-Hilairei, Marie Rouault.

Corps de forme très allongée et très arrondie, d'un faible diamètre; nous avons des individus tronqués aux deux extrémités,

---

(1) Nous avons vu plusieurs échantillons appartenant à des espèces dont la forme est bilobée, et qui, par l'aspect sous lequel ils se présentent, tendraient à faire croire, comme plusieurs personnes l'ont pensé, que ces corps se seraient bifurqués et dont les deux parties ainsi séparées se réduiraient de plus en plus vers les extrémités dont on connaîtrait alors la forme.

Nous ne chercherons pas à combattre cette idée; mais nous croyons pouvoir dire que tout ce que nous avons vu jusqu'ici comme représentant ces corps, soit bifurqués ou montrant leurs extrémités terminales, nous semble devoir mieux s'expliquer par deux causes accidentelles différentes. La première est relative à quelques cas de bifurcation. Sur plusieurs de nos échantillons nous constatons qu'ils ont été soumis à une pression assez forte pour les diviser en tout ou en partie, soit dans le sens de la longueur, soit dans celui de la largeur. Chez les uns, lorsque deux individus se croisent, la pression qui s'est exercée sur eux à cet endroit a pu rompre l'un des deux, et le plus ordinairement c'est celui qui est en dessus; mais il arrive aussi qu'un des deux lobes ait été épargné, tandis que l'autre, qui est rompu, est quelquefois tellement surbaissé qu'on pourrait croire qu'il passe au-dessous du corps sur lequel repose l'autre lobe, mais il n'en est rien.

La pression, qui a pu les diviser ainsi, a pu aussi, suivant les conditions dans lesquelles elle s'est exercée, les diviser longitudinalement, et il n'a fallu que la rupture de la partie médiane à l'endroit du sillon.

Quant aux échantillons montrant l'extrémité terminale, toujours bifurquée et dont les deux parties ainsi séparées se réduisent de plus en plus, dans ce que nous avons vu montrant ce caractère, nous n'avons

dont la longueur est encore de plus d'un mètre, et dont le diamètre, égal d'un bout à l'autre, ne présente que 15 millimètres au plus. Cette espèce est caractérisée par sa forme ronde, par l'absence complète de sillons longitudinaux et de stries latérales obliques.

Localités : Guichen, Gauné, Tailly, etc.

Fræna Lyelli, Marie Rouault.

Ronde, marquée d'un sillon longitudinal peu profond ; nous n'avons pu y distinguer aucune trace de stries latérales obliques.

Localités : Guichen, Gauné, environ de Plélan.

Fræna Prevosti, Marie Rouault.

Forme bilobée, due à la présence d'un sillon plus large que profond ; annelée par une suite de renflements peu distants les uns des autres, et que divise le sillon médian ; couverte par des crêtes saillantes dont la direction très inconstante varie jusqu'à devenir parfois parallèle à l'axe.

Cette espèce se distingue de *Lanicride* (*Bilobite* et *Cruziana*) *rugosa*, d'Orb., en ce que cette dernière présente des *rides obliques très interrompues, souvent en zigzag* (*obliquè rugoso-plicata, rugis interruptis*). Page 30, 4e partie du tome III du *Voyage de l'Amérique du Sud*, par M. Alc. d'Orbigny.

Localités : Soulevache, Bain, Guichen, Coquidan.

Fræna Bronni, Marie Rouault.

Cette espèce est caractérisée par un sillon médian profond, par des arêtes qui, peu régulières, tendent parfois, mais sans s'interrompre, à se bifurquer. Ce caractère la distingue de la précédente, qui, d'ailleurs, se fait remarquer par sa forme annelée, forme que ne présente aucune autre espèce, si ce n'est l'espèce bolivienne, mais avec laquelle elle ne peut se confondre.

Localités : Guichen, Goven, Gahard, Tailly.

---

reconnu que des individus se noyant dans la roche, et qui nous rappellent ce qui se passe quand un plan coupe d'un manière très oblique deux corps de forme cylindrique placés côte à côte.

Fræna furcifera, Marie Rouault (*Bilob.* et *Cruziana furcifera*, d'Orb.).

Nous croyons devoir rapporter cette espèce à celle bolivienne, désignée sous ce nom à cause du rapport frappant que nous lui trouvons avec la figure 2, pl. I, du tome III du *Voyage dans l'Amérique du sud*, par M. Alc. d'Orbigny. L'espèce que nous avons découverte en Bretagne nous offre les caractères suivants : forme bilobée, couverte de crêtes dont la direction, oblique et inverse pour les deux côtés, est le plus souvent très régulière; ces crêtes se bifurquent, et les divisions qui en résultent, en s'unissant de l'une aux divisions de celles en regard desquelles elles se trouvent, constituent une véritable réticulation qui recouvre tout le corps de cette espèce.

Localités : Guichen, Goven, Trefendel, etc.

Fræna Goldfussi, Marie Rouault.

Marquée de trois sillons; les deux latéraux peu profonds et très près des bords, qui sont brusquement relevés en dehors, font prendre à ces derniers une forme anguleuse.

Cette espèce est couverte d'arêtes peu saillantes, mais bien caractérisées, légèrement bifurquées et dont la direction oblique et inverse, suivant les côtés, est très régulière.

Localités : Guichen, Tailly, Gahard.

Fræna Cordieri, Marie Rouault.

De forme très aplatie, divisée en quatre parties bien tranchées, que séparent, comme dans l'espèce précédente, trois sillons qui, ici, sont très marqués; ce qui l'en distingue c'est, 1° sa forme plus plate; 2° celle de ses parties latérales externes qui, plus développées, sont nettement arrondies; et 3° les arêtes qui la recouvrent sont plus fines, et ne présentent aucune trace de bifurcation.

Localités: Gahard, Tailly, Guichen, Hédé.

Genre VEXILLUM, Marie Rouault.

Dans ce genre nous réunissons des formes organiques assez variées, quant à l'aspect, mais qui présentent néanmoins certains

caractères communs qui nous paraissent autoriser ce rapprochement. Ces caractères sont les suivants :

Corps formé de deux parties distinctes, 1° d'une tige rappelant la nervure principale de certains végétaux d'ordre inférieur; 2° d'une palme unique, qui ne se développe que d'un seul côté de la nervure qu'elle longe dans toute sa longueur. Cette palme affecte des dispositions qui varient, mais suivant les espèces seulement.

Les espèces qui nous ont présenté ces caractères sont au nombre de trois. Ce sont :

Vexillum Labechei, Marie Rouault.

Cette espèce se distingue de tout ce qui est connu, par les caractères les plus tranchés et par la disposition la plus heureuse. Elle est formée d'une nervure bien distincte, tant par son relief que par la forme anguleuse qu'elle présente, suivant l'un de ses côtés.

Presqu'à l'opposé de cet angle, si nettement déterminé, qui est légèrement tourné du côté de la face inférieure, se développe une palme dont la largeur est considérable, et qui est très ondulée dans ce sens. Ces ondulations qui, par conséquent, sont perpendiculaires à la tige, couvrent toute la surface de cette partie très dilatée, et se répétent sur sa face inférieure, d'où il suit que l'épaisseur de cette dernière reste la même. Ces ondulations aux deux faces de cette palme présentent un aspect différent qui ne permet pas de les confondre. Celle supérieure nous offre des reliefs de forme arrondie très développés que séparent des sillons très profonds. Ces reliefs, de forme arrondie, sont en outre couverts de petits sillons parallèles aux premiers.

La face inférieure nous présente exactement l'inverse de ce que nous venons de voir; car aux reliefs de la face supérieure répondent ici des cannelures de mêmes dimensions que séparent des arêtes très saillantes, et qui sont opposées aux sillons profonds de l'autre côté.

L'aspect et l'état de ces ondulations, tels que nous venons de les faire connaître, sont susceptibles de varier, mais cela nous paraît tenir principalement à l'âge de l'individu sur lequel on en fait la remarque. Quant à leur direction, qui varie également, mais peu, et suivant qu'on observe un sujet plus ou moins adulte, on reconnaît toujours que les sillons qui déterminent ces ondulations naissent de la tige et s'en écartent peu d'abord; puis, en décrivant une courbe de plus en plus arquée, ils finissent par prendre une

direction perpendiculaire à celle de l'axe, direction dont ils ne s'écartent plus.

A cela nous devons ajouter l'observation suivante, savoir, que cette espèce se trouve rarement dans un sens perpendiculaire aux couches, bien que nous ne doutions pas que son développement ait été ascensionnel. Le plus souvent ces fossiles sont plus ou moins enroulés sur eux-mêmes (excepté les jeunes individus qui ont pu subir toute espèce de déformations). C'est suivant l'axe, qui paraît avoir été très flexible, que cet enroulement a pu s'effectuer. Nous avons des individus dont la tige, plusieurs fois roulée sur elle-même, prend ainsi plus ou moins la forme d'une crosse; et la palme ne semble pas, chez les adultes, avoir pu se prêter à d'autres inflexions, et le corps du fossile, dans cet état, affecte parfois la forme d'un cylindre ondulé, car c'est toujours la face externe de la palme qui est en dessus.

Localités: Guichen, Plechatel, Bain, Goven.

Vexillum Halli, Marie Rouault.

Belle espèce, très développée en longueur, et dont l'axe peu marqué est néanmoins distinct, à cause de la direction que prend la palme, en ne se développant, comme dans l'espèce précédente, que d'un seul côté.

La forme de cette espèce est un ovale irrégulier, plus large d'un côté que de l'autre, se terminant en pointe à l'une de ses extrémités, qui est la base ou le pied du fossile. De cette pointe part un système d'ondulations allant s'épanouir sur toute l'étendue de la palme.

Cette espèce est susceptible de se présenter plus ou moins contournée sur elle-même, mais dans le sens opposé à ce que nous avons vu dans l'espèce précédente, c'est-à-dire que celle-ci ne se présente bien développée qu'en longueur, tandis que, dans l'autre sens, elle est plus ou moins contournée, et de telle sorte que quelquefois on serait tenté de prendre ce fossile ainsi disposé pour des tronçons de tiges de végétaux de grandes dimensions.

Localités, Guichen, Bain, Soulevache, Fougerais, etc., etc.

Vexillum Desglandi, Marie Rouault.

Plus voisine de la précédente que de la première, cette espèce s'en écarte néanmoins d'une manière bien tranchée.

Pour se faire une juste idée de la forme de ce fossile, il faut se

représenter quelle serait celle d'une bande de papier assez large, taillée comme un croissant, et qui serait gaufrée obliquement par une série de cônes creux renversés, très allongés, aboutissant par leur sommet au bord interne. Si, prenant ce dernier bord pour axe, on venait à contourner plusieurs fois sur elle-même cette feuille de papier ainsi préparée, on aurait évidemment un cornet multiple, de forme pyramidale, dont le bord externe, par ses ondulations, présenterait les bases des cônes dont les sommets plongeraient vers le centre.

Telle est l'idée que nos quelques fragments d'assez mauvaise conservation nous ont donnée de la forme de ce fossile, qui serait celle d'une palme ondulée contournant son bord principal, lequel ici joue le rôle d'axe dans cette espèce de girandole.

Ce contournement est plus ou moins serré; d'autres fois il se relâche davantage, et les cônes renversés qui plongent vers le centre sont plutôt des ondulations plus ou moins régulières.

Localités : Laillé, Montfort, Goven, Saint-Péran.

Genre DÆDALUS, Marie Rouault.

Rien de ce qui est connu, soit dans le monde vivant, soit dans le monde fossile, ne peut donner une idée de la forme singulière que présentent les êtres qui composent ce groupe.

Ce sont des palmes sans nervure aucune, quelquefois lisses, quelquefois striées, quelquefois cannelées, le plus souvent contournées sur elles-mêmes et de toute manière; seulement on observe que tous ces caractères ne se présentent que dans le sens perpendiculaire ou d'une manière légèrement oblique, ce qui n'est dû qu'à la direction que durent prendre les diverses expansions de ces fossiles, à mesure qu'ils se développaient davantage.

Ces palmes ainsi lisses, striées, cannelées et contournées, toujours groupées en grand nombre, s'enclavent, se coupent, se traversent, s'anastomosent enfin de toute manière, et sans que ni les unes, ni les autres aient rien perdu, soit dans leurs caractères, soit dans la direction de leurs contournements; chacune ne semble pas s'être aperçue ni ressentie, par la régularité de sa direction et l'épaisseur régulière de son test, d'avoir fait en maints endroits la rencontre d'autres corps qui, à leur tour, nous accusent la même constance.

Un semblable groupe vu de côté nous présente des palmes planes, le plus souvent diversement contournées, lisses, striées, cannelées, ayant des directions diverses, dans lesquelles chacune n'est en rien

dérangée, soit qu'elles se rencontrent ou qu'elles se quittent. On remarque quelquefois, cependant, que l'une des palmes s'arrête brusquement, ou contourne celle près de laquelle elle arrive; mais c'est un cas rare, et qui s'explique par le développement après coup de la dernière venue près du groupe déjà formé.

Une coupe faite à la base d'un pareil groupe nous présente des lignes d'une certaine épaisseur, plus ou moins droites, le plus souvent circulaires, et qui se croisent en tout sens.

Une autre coupe faite à la partie supérieure nous offre sensiblement la même disposition, mais établie sur une plus grande échelle, et les lignes qui représentent le test ont une moins grande épaisseur.

Ajoutons à cela que ce test ne présente rien de cet empâtement qui se remarque chez certains polypiers, à l'endroit où des feuillets se rencontrent ou prennent naissance. Ici, au contraire, si on examine les rapports que nous présentent les palmes d'un même groupe entre elles, soit dans la rencontre de leur développement, soit dans les figures que nous donnent les coupes horizontales, on remarque toujours que le tout se passe avec la même netteté, comme dans des plans qui se coupent, comme dans des lignes qui se croisent.

Enfin nous dirons que toutes les parties de ces fossiles n'ont pu éprouver de déformations; que la substance qui les composait paraît n'avoir disparu qu'après la consolidation de la roche, puisque ce qui les représente aujourd'hui est du quartz cristallisé ou un grès très chargé de paillettes de mica, tandis que la roche qui les enveloppe est un grès compacte, toujours pauvre en cette substance hétérogène lorsqu'il en contient.

Dædalus Newtoni, Marie Rouault.

Cette espèce, la plus abondante, présente des proportions gigantesques; des échantillons que nous avons dans notre collection nous montrent qu'ils ont appartenu à des groupes dont la hauteur ne paraît pas avoir eu moins de 50 à 60 centimètres.

Tous les caractères génériques exposés ci-dessus peuvent être rapportés à cette espèce.

Localité : Guichen.

Dædalus Konincki, Marie Rouault.

Palmes de très petites dimensions, en largeur surtout; contournées sur elles-mêmes de diverses manières, mais isolées les unes

des autres, et, par suite, ne se présentant anastomosées que très rarement.

Localité : Guichen.

Genre Humilis, Marie Rouault.

Les fossiles qui composent ce genre présentent des caractères qui les rapprochent du précédent, mais ils s'en écartent néanmoins par la constance d'autres qui leur sont propres.

Sur des plaques de grès on remarque quelquefois des arêtes saillantes, variant dans leur proportion, qui, en largeur, est toujours assez faible, et dans leur direction, qui n'est pas la même suivant les espèces.

Ces crêtes forment par conséquent, sur les plaques de grès, des lignes plus ou moins longues, plus ou moins droites, quelquefois très ondulées, affectant même jusqu'à la forme d'un S; mais ces variations d'étendue et de direction, ainsi que celles de leur épaisseur, n'ont lieu qu'entre des espèces différentes.

Ces lignes qui se dirigent en tout sens se rencontrent, parfois se croisent; d'autres fois, une ou plusieurs viennent aboutir près d'une autre. Lorsqu'elles se rencontrent, qu'elles se croisent ou non, elles forment entre elles des angles de toutes sortes.

Sur la face opposée de la plaque de grès, on observe les mêmes figures, formées par des lignes, présentant les mêmes dimensions et les mêmes directions; les angles que celles-ci forment entre elles sont de la même valeur que ceux qui leur sont opposés; enfin il n'y a de différence entre ces deux surfaces, dans toutes les parties qui se correspondent exactement, que celle-ci : c'est que tandis que la première surface nous a offert des reliefs, l'autre, au contraire, ne nous présente que des creux dont toutes les dimensions rappellent celles des reliefs de la face opposée.

A ces caractères s'ajoutent les suivants : si on vient à séparer une de ces plaques suivant l'un de ces reliefs, et par suite l'un des creux de la face opposée, on remarque, sur toute l'étendue de la cassure qui répond à ces lignes, un système de stries fines, régulières, parallèles entre elles et perpendiculaires aux lignes en relief et en creux des deux surfaces qu'elles relient ainsi. De plus, nous avons reconnu que ces stries, toujours parallèles entre elles, sont sensiblement arquées dans les espèces dont la direction des reliefs et des creux sur les plaques est en ligne droite, tandis qu'elles sont droites chez celles dont le corps, au contraire, s'accuse par des lignes serpentantes.

Humilis Legalli, Marie Rouault.

Cette espèce se distingue par des lignes droites en relief d'un côté et en creux de l'autre, longues d'au moins 10 centimètres, larges de 2 à 3 millimètres au plus.

Ces lignes se dirigent, ainsi que nous l'avons dit plus haut, en tous sens; les unes se croisent, d'autres s'arrêtent au point de rencontre ; elles forment ainsi des angles dont l'ouverture varie beaucoup.

Les plaques qui nous présentent cette espèce sont d'une trop faible épaisseur pour qu'il nous soit possible d'étudier avec précision l'état des stries perpendiculaires qui caractérisent le corps de ces fossiles.

Localité : Guichen.

Humilis Hrberti, Marie Rouault.

Les arêtes dans cette espèce sont très en relief et longues de 4 à 5 centimètres; leur largeur est de 4 à 5 millimètres environ. Les stries perpendiculaires à ces arêtes, et qu'on découvre par la cassure, sont fines et très serrées, toutes parallèles entre elles et sensiblement arquées.

Localité : Guichen.

Humilis Viquesneli, Marie Rouault.

Présentant aux arêtes qu'elle forme à la surface des plaques la même dimension en longueur que l'espèce précédente; mais la largeur de ces arêtes n'est que de 2 millimètres au plus. Elle s'en distingue encore par la direction de ces dernières qui sont légèrement arquées.

Localité : Guichen.

Humilis Martinsi, Marie Rouault.

Plus petite que la précédente par le peu de développement en longueur que présentent ses arêtes qui n'ont en ce sens que 25 millimètres environ; elles s'en distinguent encore par leur largeur qui, toute proportion gardée, est beaucoup plus grande, 3 millimètres au moins; leur direction est aussi légèrement arquée.

Localité : Guichen.

Humilis Damouri, Marie Rouault.

Arêtes peu saillantes, fines, 2 millimètres d'épaisseur, très longues et très ondulées, stries perpendiculaires aux arêtes très marquées et droites.

Localité : Guichen.

Genre TIGILLITES. Marie Rouault.

On remarque quelquefois dans les strates de grès des corps qui leur sont perpendiculaires, de forme cylindrique, dont le diamètre varie de 2 millimètres à 12 au plus, et dont le développement en longueur est énorme.

Nous avons rencontré des exemplaires de ces fossiles qui n'avaient pas moins de 1 mètre de long, et qui étaient tronqués aux deux extrémités, fait qui porte à croire que, primitivement dans les deux sens (hauteur et profondeur), ces traces organiques se prolongeaient au delà des limites qu'ici elles nous ont présentées.

Le diamètre de ces corps tigilliformes, ainsi que nous venons de l'indiquer, est peu considérable, et nous avons remarqué que dans toute la longueur d'un même individu, d'une extrémité à l'autre, il diminue peu ou point.

Quelques exemplaires nous ont présenté le caractère d'être couverts de cannelures obliques, circulaires; d'autres, celui d'être annelés; quelquefois même il en est qui, par la disposition qu'ils présentent et par la manière dont ils se séparent, pourraient porter à croire qu'ils seraient articulés; mais ce fait nous paraît très douteux.

Certaine espèce nous a offert une forme cylindrique imparfaite, quoique naturelle, et dans celle-ci, nous avons remarqué des individus, dont la forme peu régulière avait été rendue plus imparfaite encore par des causes venant de l'extérieur.

Enfin, il en est sur lesquelles nous avons fait l'observation suivante :

Si la roche qui contient ces fossiles est tronquée perpendiculairement à leur direction, on aura une coupe horizontale de tous ceux qui s'y trouvent. Alors on remarque que chaque individu est entouré d'une partie circulaire de la roche qui est translucide et d'un aspect corné, tandis que la roche enveloppante est à l'état de grès ordinaire. Au milieu de cette partie circulaire translucide dont le diamètre est trois à quatre fois celui du corps cylindrique

qu'elle renferme, se distingue ce dernier sous la forme d'un cercle formé par une ligne blanche qui est d'une grande ténuité, et la partie comprise dans ce cercle présente le même éclat corné et la même translucidité que la partie enveloppante.

Au milieu de la partie circulaire qui entoure ces espèces de tubes allongés, se trouvent ces derniers, ainsi que nous venons de le dire : c'est le cas le plus fréquent ; il arrive néanmoins que parfois cette partie translucide s'étend plus d'un côté, comme si elle eût cédé à une impulsion à laquelle aurait résisté le tube qu'elle entoure.

Une coupe oblique par rapport à la direction de ces corps nous donne le résultat qu'on a tout lieu d'attendre, c'est-à-dire qu'on obtient de cette manière des ellipses qui, contenues les unes dans les autres (pour chaque individu), ont une forme d'autant plus allongée que les deux directions (celle du plan de section et celle des tubes) sont moins opposées l'une à l'autre.

Enfin, si la section est parallèle à la direction des fossiles, on a pour chacun de ceux qu'elle coupe deux lignes blanches, très ténues, formées par le test, et comprises entre trois bandes allongées d'aspect corné.

Tigillites Dufrenoyi, Marie Rouault.

Corps cylindrique, dont la longueur absolue nous est inconnue, mais susceptible de dépasser celle d'un mètre, et dont le diamètre, peu ou point variable dans toute l'étendue du fossile, ne paraît pas excéder 12 à 15 millimètres au plus. Cette espèce s'est présentée quelquefois cannelée, annelée, etc. Nous nous faisons un devoir de dédier cet intéressant fossile à M. le directeur de l'Ecole des mines, comme l'ayant signalé à l'attention des paléontologistes.

Localités : Gahard, Guichen, Gauné, Saint-Aubin du Cormier, Bain, etc., etc.

Tigillites Danicloi, Marie Rouault.

Cette espèce, dont la forme cylindrique est susceptible d'une très grande régularité, se montre néanmoins parfois singulièrement modifiée sous ce rapport. Ces modifications sont de deux sortes : il en est incontestablement qui sont naturelles ; d'autres, au contraire, nous paraissent devoir résulter de causes accidentelles.

La longueur des individus de cette espèce, comme pour la pré-

cédente, nous est complétement inconnue; quant au diamètre de celle-ci, il varie de 1 à 6 ou 7 millimètres au plus.

C'est sur des individus de cette espèce que nous avons pu constater l'existence d'un test enveloppé d'une partie de la roche qui, là, présente un aspect corné, aspect qui est aussi celui de la substance qui les remplit. Les mêmes considérations que pour l'espèce précédente nous conduisent à donner à celle-ci le nom de l'honorable curé de Guer.

Les individus de cette espèce sont quelquefois réunis en grand nombre et placés très près les uns des autres, et c'est dans ce cas que la forme cylindrique est moins régulière.

Localités : Laillé, Fougerais, Aquidan, Montautour, Gauné, Guichen.

Tigillites Desfontainei, Marie Rouault.

D'un diamètre peu variable et peu considérable, 2 à 3 millimètres au plus.

Cette espèce se distingue de la première par son diamètre qui est moindre et parce qu'elle est très lisse, et de la seconde par sa forme cylindrique plus parfaite.

Elle se distingue également bien de toutes deux par la direction de ses tiges qui n'a rien de constant. En effet, lorsqu'on brise un bloc de grès qui contient de ces restes organiques, on remarque que ceux-ci se dirigent suivant des lignes circulaires, de courbure variable, et les individus qui se rencontrent ont des directions diverses, ce qui n'a pas lieu dans les autres espèces, qui sont toujours perpendiculaires au plan des couches et par conséquent parallèles les unes aux autres.

Genre Foralites, Marie Rouault.

Sous ce nom générique nous désignons certaines traces organiques tigilliformes, laissées par des êtres qui avaient pour habitude de pénétrer la roche en voie de se former lors de leur existence, et quelques uns des corps organiques qui, à la même époque, s'y développaient à la surface.

Les formes organiques qui offrent le plus habituellement des traces de ces corps pénétrants appartiennent au groupe des *Fræna*; ce sont particulièrement les espèces *F. Prevosti*, *F. furcifera* et *F. Goldfussi* qui s'en montrent le plus affectées.

Ce qui nous reste aujourd'hui de ces êtres perforants consiste en

de simples tiges, d'un diamètre variable entre les extrémités d'un même individu et dont la direction, à peu près droite, n'est jamais constante. Ainsi tantôt ils pénètrent la roche ou le fossile sur lequel ils se présentent d'une manière plus ou moins perpendiculaire, mais la plupart du temps ils sont obliques et chacun l'est à sa manière. D'autres fois ils rampent à la surface du corps sur lequel ils se trouvent en y déterminant une impression très profonde, qui quelquefois divise ce dernier, ou bien le pénétrant en un point suivant que la direction qu'ils suivent est oblique, le traversent et plongent dans la roche sous-jacente, où on les retrouve jusqu'à une certaine profondeur. A l'endroit où ces restes pénètrent le corps des *Frœna*, la surface de ceux-ci se montre souvent impressionnée, comme celle d'un corps d'une certaine flexibilité, dans lequel un autre plus solide pénètre, c'est-à-dire que l'ouverture ainsi pratiquée se montre plus évasée à son orifice.

Foralites Pomeli, Marie Rouault.

Cette espèce se trouve plus particulièrement sur les Laniérides; sa forme est cylindrique, son diamètre est variable entre les extrémités d'un même individu, et généralement c'est à la surface du corps qu'ils pénètrent que ce diamètre est le plus grand. Leur direction n'a rien de constant; tantôt ils rampent à la surface du fossile où ils se trouvent, en y déterminant un sillon très profond, qui quelquefois même semble le diviser; le plus souvent ils le pénètrent dans toute espèce de directions.

L'échantillon représentant *Frœna* (*Bil.* et *Cruziana*) *rugosa*, pl. I, fig. 1, dans le troisième volume du *Voyage dans l'Amérique du Sud*, de M. d'Orbigny, est singulièrement affecté de ces corps perforants et a cela de commun avec certaines de nos espèces armoricaines.

Nota. Ce qui aujourd'hui représente cette espèce est de la même composition et au même état d'agrégation que les fossiles et la roche dans lesquels elle se trouvent; c'est particulièrement sur *Frœna Prevosti*, *F. furcifera* et *F. Goldfussi*, qu'on la rencontre le plus habituellement.

Localités : Bain, Guichen, Goven, etc.

Foralites Hoeninghausi, Marie Rouault.

Diffère de la précédente par son diamètre qui est moindre, et comme ne se trouvant que dans la roche là où il n'y a pas de fossiles.

La substance qui représente ces corps est à l'état de quartz cristallisé, et la nature en est quelquefois notablement différente de celle de la roche dans laquelle ils se rencontrent. Quant à leur direction, elle varie comme dans l'espèce précédente, ainsi que leur diamètre qui diminue d'une extrémité à l'autre.

Localité : Guichen.

Genre VERMICULITES, Marie Rouault.

Sur des plaques de grès on aperçoit parfois, entassés les uns sur les autres et formant une espèce de couche, des corps de petites dimensions, dirigés en tous sens et dont la forme oblongue rappelle celle de certains vers, qui ne présenteraient en longueur que de 10 à 20 millimètres sur 2 à 4 de large.

Ces corps ont une forme arrondie qui a pu résister à la pression qui s'est exercée sur eux postérieurement à leur enfouissement; mais lors de leur développement, en se plaçant pêle-mêle, il en est résulté quelquefois une espèce d'étranglement qui tend à les diviser.

Vermiculites Panderi, Marie Rouault.

De forme ovoïde très allongée, 10 à 20 millimètres de long sur 2 à 4 de large.

Les échantillons que nous possédons nous présentent ces petits corps empilés les uns sur les autres, se croisant dans tous les sens, et les altérations qu'ils nous présentent dans leur forme semblent ne résulter que de ce fait.

Ils sont de la même nature que la roche sur laquelle ils se trouvent.

Localité : Guichen.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

AU MANS (SARTHE),

Du 25 août au 1er septembre 1850.

Les membres qui ont assisté à la réunion sont :

MM.

Bachelier,
Bertrand-Geslin,
Cotteau,
Coupery,
Desnoyers,
Desportes,
Keyserling (comte de),
Lorière (de),
Michelin,
Rouault (Marie),
Sæmann,
Triger,
Verneuil (de).

Les personnes étrangères à la Société qui ont suivi ses courses sont :

MM.

Arnould, élève à l'École des mines de Belgique,
Bourgeois, prêtre,
Bronne, élève à l'École des mines de Belgique,
Chauvel,
Côme,
Davoust, prêtre, curé d'Asnière,
Desvaux, licencié ès sciences,
Enzell, ingénieur du département de la Sarthe,
Furet, prêtre, professeur de mathématiques au petit séminaire de Précigné,
Guéranger,
Hocque, peintre,
Louvel,
Marc, père, percepteur à Sablé,
Marc, fils,
Richet, prêtre, professeur de sciences au petit séminaire de Précigné,
Vétillard,
Voisin, prêtre.

Séance du 25 *août* 1850.

Les membres présents se sont réunis, à sept heures et demie du soir, dans la salle de l'hôtel de ville du Mans.

M. Michelin, en sa qualité de membre du Conseil, représentant le Bureau de la Société, expose en peu de mots le but des réunions extraordinaires.

Il est ensuite procédé à la formation du Bureau pour la durée des séances de la Société au Mans.

Sont nommés : *Président*, M. Bertrand-Geslin ;
Vice-président, M. Triger ;
Secrétaire, M. de Lorière.

M. Bertrand-Geslin, président, occupe le fauteuil.

La Société trace l'itinéraire qu'elle suivra pendant sa réunion ; elle consacrera le premier jour à explorer les terrains crétacés des environs du Mans. Dans ce but, M. Triger propose de se rendre directement à Ballon, où se trouve le terrain crétacé inférieur avec Orbitolites, puis de revenir au Mans par Courcemont, Torcé, Savigné-l'Évêque. Cet itinéraire est adopté pour la course du 26 août.

La Société s'occupe ensuite des courses à faire les 27, 28 et 29. Elle décide qu'elle visitera les terrains jurassiques que l'on rencontre sur la route de Sillé-le-Guillaume, en passant par Conlie; que de Sillé-le-Guillaume elle se rendra à Sablé, en passant par Rouessé et Brûlon, pour y visiter les terrains paléozoïques et surtout le terrain dévonien qui se trouve si bien développé aux carrières des Courtoisières, près Brûlon ; qu'enfin de Sablé elle reviendra au Mans, après avoir visité la coupe magnifique des terrains de transition qui se trouve le long de la nouvelle route, sur les bords de la Sarthe, entre Sablé et Juigné.

M. Triger donne sur différentes localités quelques renseignements qui mettent la Société à même de pouvoir connaître d'avance les faits les plus curieux qu'elle aura à observer.

M. de Verneuil a la parole, et expose en quelques mots le résultat de ses observations sur les terrains paléozoïques d'Espagne. Il a vu aussi ceux de Viré, Loué, Mareil, les Courtoisières, Brûlon, etc., dans le département de la Sarthe, et y retrouve une identité parfaite, tant sous le rapport de la composition minéralogique de la roche que sous celui des fossiles qui caractérisent ces couches.

M. Marie Rouault est complétement de l'avis de M. de Ver-

neuil à l'égard des rapports à établir entre le terrain silurien inférieur des deux péninsules, et il rappelle à ce sujet que de semblables rapprochements avaient déjà été faits, il y a quelques années, par le docteur Sharpe, entre le silurien des environs d'Oporto et celui de Rennes.

M. Marie Rouault pense aussi que l'espèce de Trilobite que M. de Verneuil rapporte à *Ogygia Buchi* pourrait bien n'être qu'une de celles de Bretagne, peut-être *O. Edwardsi*. Quant à *Illænus crassicauda* dont M. de Verneuil avait cru reconnaître l'existence en Bretagne et qu'il viendrait de retrouver en Espagne, les échantillons de l'espèce auxquels on donne ce nom ne sont pour M. Marie Rouault que de jeunes individus d'*Illænus Desmaresti*.

En résumé, il pense que la découverte d'*O. Buchi* et *I. crassicauda* dans le terrain où se rencontrent *Calymene Tristani* et *Placoparia Tourneminei* serait une chose pour lui très inattendue.

La séance est levée à neuf heures.

Séance du 26 *août* 1850.

La séance est ouverte à huit heures du soir dans la salle de l'hôtel de ville du Mans.

M. Bertrand-Geslin, président, occupe le fauteuil.

Après la lecture et l'adoption du procès-verbal de la séance précédente, M. Triger résume en peu de mots les faits observés dans la course de la journée.

La ville de Ballon, à moitié route du Mans à Mamers, occupe le sommet d'une colline formée par divers étages du terrain crétacé. Si l'on fait le tour de la ville, on voit, en arrivant par la route de Beaumont et suivant la côte à gauche, tout à fait à la base, les marnes d'Oxford cachées presque partout par des alluvions modernes et qui ne se reconnaissent bien qu'à une certaine distance de Ballon. La Société, sur l'affirmation de M. Triger, qui a exploré avec soin tous ces pays, ne les a pas vues elle-même. La première couche qu'elle ait pu observer au

bas de la côte appartient au terrain crétacé, et se trouve là formée de sables verts, chlorités, entremêlés d'argiles vertes dans lesquelles se rencontrent quelques fossiles, mais en petit nombre.

Au-dessus, se trouve un calcaire chlorité, contenant, à sa partie supérieure, un grand nombre d'*Orbitolina concava*, Lamk., avec quelques autres coquilles assez rares, ce qui serait, pour M. Triger, l'étage que M. Al. Brongniart appelle *glauconie crayeuse*. Cette couche à *Orbitolina concava*, Lamk., que nous avons trouvée sur plusieurs points en revenant, entre autres, près Saint-Mars-sous-Ballon, Courcemont et Beaufay, a paru, au nord et à l'est du Mans, avoir une constance assez grande pour servir d'horizon.

Entre les sables verts reposant sur les marnes d'Oxford et le calcaire chlorité à *Orbitolina concava*, Lamk., se trouve une couche de peroxyde de fer hydraté, peu épaisse à Ballon et dans tout l'est du département, mais qui, d'abord très calcarifère à la partie supérieure, et contenant les *Orbitolina concava*, Lamk., empâtées et très difficiles à séparer de la roche, devient peu à peu sableuse avec ces *Orbitolina* dégagées, et passe enfin dans l'ouest à un poudingue grossier formé de cailloux siliceux roulés et reliés entre eux par du peroxyde de fer exploité dans plusieurs localités comme minerai. On n'y trouve plus alors aucune trace de fossiles.

Peu développée à Ballon même, la craie tuffeau l'est davantage près de Courcemont, et y est même exploitée comme marne. D'abord grisâtre, puis tout à fait blanche à la partie supérieure, elle offre le même aspect que celle qui se voit à Saumur et aux environs de Tours, et que M. Alc. d'Orbigny a placée dans son étage turonien. Les fossiles sont assez rares dans cette craie, et c'est à peine si la Société a pu recueillir quelques fragments de poissons et quelques débris de coquilles ayant appartenu à des céphalopodes et à des bivalves.

Un fait assez remarquable, et que nous aurons occasion de mentionner de nouveau dans les terrains jurassiques, est la présence dans cet étage de plusieurs lits de silex, comme à Meudon dans la craie blanche.

Cet étage est séparé des sables formant l'étage désigné par M. Alc. d'Orbigny sous le nom de cénomanien, par une couche de 2 à 3 mètres d'épaisseur, composée presque exclusivement d'*Ostrea columba*, Desh., et d'*Ostrea biauriculata*, Lamk., que tout prouve avoir vécu là même; elles sont dans leur position normale d'existence, et beaucoup d'entre elles ont encore les deux valves réunies. Cette couche, qui se retrouve au Mans, sur la route de Saint-Pavace et derrière la rue de Flore, à Sainte-Croix, près le Mans, se voit aussi très bien caractérisée, par ces mêmes *Ostrea*, à Cromières, près La Flèche, route de Parcé.

Après ce résumé, M. Bachelier a la parole et présente la note suivante.

Observations de M. Bachelier *sur le terrain des environs de Sainte-Scolasse-sur-Sarthe* (*Orne*).

Le sol de la commune de Sainte-Scolasse appartient à la partie inférieure de l'Oxford-clay (*étage callovien*, d'Orb.). Cette formation peut se partager, dans cette commune, en sept assises caractérisées par des fossiles qui leur sont particuliers, et dont les bancs, partout en stratification concordante, sont tous inclinés sensiblement de l'O. à l'E., prenant pour horizon géologique celui de l'*Ostrea gregaria*, qui forme ma sixième assise et qui se voit parfaitement à la ferme des Haches, près le bourg.

Ces sept assises, que je n'ai reconnues d'ailleurs bien marquées qu'à Sainte-Scolasse, sont caractérisées et composées ainsi qu'il suit :

Septième assise. — La septième assise, la plus élevée, se trouve à la Garenne, route de Séez à Senonche, et aux Haches, près le bourg de Sainte-Scolasse. Elle se compose de sables, de fragments de silex blond, mêlés de détritus impalpables de coquilles : sous ce sable se voient des galets et des grès quartzeux mêlés de plaquettes de silex blond. Elle est caractérisée surtout par la présence de fossiles avec leur test qui est généralement assez épais : les principaux que j'y ai recueillis sont : *Pholadomya Murchisoni*, *Perna aviculoides*, *Trigonia tuberculosa*, *Ammonites*. C'est une terre forte, argilo-marneuse ; la pierre y est une lumachelle en plaquettes.

Sixième assise. — La sixième assise, située au-dessous de la

précédente, se voit au sommet de la côte des Haches, en descendant du côté du bourg. C'est dans cette assise que se trouve l'*Ostrea gregaria*. Cette coquille, souvent très abondante, a constamment ses deux valves séparées, ou, si l'on en trouve de réunies, c'est excessivement rare.

La sixième assise est caractérisée par cette *Ostrea gregaria*, des *tiges d'encrines*, la *Perna Bachelieri*, le *Millecrinus Bachelieri*, quelques *Ostrea dilatata*, dont l'extrémité de la charnière est tronquée. Toutes ces coquilles sont toujours recouvertes de Serpules. La pierre de cette assise est une lumachelle compacte, disposée en plaquettes. Les bancs de calcaire qui ont depuis 5 jusqu'à 20 centimètres d'épaisseur sont séparés par des lits de terre et de sables siliceux, ou plutôt de débris de silex, ayant de 20 à 60 centimètres d'épaisseur.

Cinquième assise. — La cinquième assise, qui se trouve presque en face de la ferme des Haches, un peu au-dessus du chemin de Villedieu, se caractérise surtout par la *Modiola elegans*.

Le sable, souvent d'une teinte bleuâtre, est encore un peu argileux ; mais il est à remarquer que l'argile va toujours en diminuant, à mesure que l'on descend la côte, jusqu'à la sortie du bourg, route du Mesle.

Le calcaire, qui est extérieurement un peu plus coloré en rouge, devient plus dur et plus propre à encaisser les routes que dans l'assise précédente. Les bancs ont de 8 à 15 centimètres d'épaisseur et sont bleuâtres au centre : cette couleur indique presque toujours un plus grand degré de dureté.

Quatrième assise. — La quatrième assise est caractérisée par des bancs de calcaire que l'on appelle dans le pays *pierre lissée*. Ces bancs, d'une épaisseur de 20 à 30 centimètres, sont fissurés dans tous les sens perpendiculairement à leur surface, et offrent le plus souvent des arêtes tellement vives, des faces si bien polies, qu'elles sembleraient avoir été taillées de main d'homme. Dans les calcaires se trouvent empâtées beaucoup de coquilles, telles que *Ammonites*, *Pecten*, *Perna*, *Terebratula*, mais généralement à l'état de moule. Il y a de sept à huit bancs ainsi superposés et séparés les uns des autres par une couche de sable qui varie de 10 à 40 centimètres. Au-dessous de cette série de bancs sont des sables dans lesquels on trouve souvent des moules extérieurs de la *Perna mityloides*, mais rarement avec son test. C'est au milieu de ces sables que se trouvent des boules calcaires plus ou moins sphériques, re-

marquables en ce que la plupart contiennent au centre un fossile, soit *Ammonites*, *Nautilus* ou *Ostrea dilatata*. Ces boules, formées de couches calcaires concentriques, ont souvent encore acquis assez peu de dureté pour qu'on puisse facilement en séparer les divers feuillets : elles me semblent avoir été formées dans le sable et à la place même où on les trouve. Quoiqu'elles soient isolées, elles forment cependant des bancs assez réguliers ; quelquefois plusieurs de ces bancs sont superposés et ne sont séparés entre eux que par un banc de sable de 10 à 20 centimètres d'épaisseur.

Lorsque les boules ne contiennent pas de coquilles à leur centre, il y a presque toujours une cavité dont l'intérieur est tapissé par des cristaux de carbonate de chaux. Cette cavité est le résultat, sans doute, du vide laissé par la disparition du test de la coquille qui a servi primitivement comme de noyau, de centre à l'action moléculaire qui a attiré le calcaire et formé ces boules.

En allant de la circonférence au centre la pierre devient bleuâtre, et son intensité de couleur ainsi que sa densité vont également en augmentant.

Troisième assise. — La troisième assise est caractérisée surtout par l'abondance de l'*Ostrea dilatata*. Son sable est plus pur que celui de l'assise précédente : le calcaire y est de même disposé par bancs, mais d'une bien plus grande dureté, ce qui l'empêche de se déliter à la gelée, comme tous ceux dont nous avons parlé jusqu'à présent. Les bancs, au nombre de deux ou trois seulement, ne sont pas en général d'une grande épaisseur, et sont séparés par une couche de sable qui n'atteint jamais plus de 12 centimètres d'épaisseur.

Deuxième assise. — La deuxième assise est caractérisée par les *Montivaltia* et les *Palinurus*, décrits par M. Deslongchamps dans les *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie*. Je ne puis admettre l'opinion de ce savant auteur, qui rapporte la roche dans laquelle on les trouve empâtés au *calcareous-grit* décrit par M. Blavier dans ses *Études géologiques sur le département de l'Orne;* car s'il est de toute évidence que les cinq assises qui se trouvent au-dessus ne peuvent, par leurs fossiles, être rapportées qu'à l'*Oxford-clay inférieur* ou *callovien* de M. Alc. d'Orbigny, cette deuxième assise ne peut être le *calcareous-grit* qui serait la *partie supérieure de l'Oxford-clay*, l'*étage oxfordien* de M. Alc. d'Orbigny.

Cette assise ressemble, du reste, pour la roche et les sables, à la

précédente. Les fossiles qu'on y trouve sont surtout les *Gervillia*, *Ammonites*, *Nautilus*.

Première assise. — La première assise est caractérisée surtout par l'absence du test des coquilles et par les nombreux moules qu'on y trouve. C'est entre la première et la deuxième assise que j'ai trouvé des vertèbres et des dents de poissons et de sauriens. Cette assise contient en outre une très grande quantité de Térébratules, d'Ammonites, de Bélemnites, de Nautiles, de Trigonies, de Modioles, etc.

Le sable est encore moins argileux que dans les assises précédentes ; la pierre est plus dure et bleuâtre au centre. On trouve dans cette assise un banc de calcaire sableux empâtant beaucoup de Térébratules ; au-dessous s'en trouvent plusieurs autres beaucoup plus durs, ayant de 10 à 20 centimètres d'épaisseur. Au-dessous de ces bancs, le sable redevient bleuâtre, argileux, et contient fréquemment des moules plus ou moins aplatis, très durs, particulièrement au centre, et ressemblant à ceux que nous avons déjà trouvés dans les troisième et quatrième assises.

Ainsi donc, pour me résumer, les environs de Sainte-Scolasse présentent sept assises bien caractérisées dans l'Oxford-clay (*étage callovien*, d'Orb.).

A la partie la plus supérieure, que je ne fais pas entrer dans mes sept assises, se trouve un dépôt d'alluvions anciennes, caractérisé par les débris qu'on y rencontre de toutes les roches du pays, mêlées et confondues sans aucune apparence de stratification.

Au-dessous se trouve ma septième assise, caractérisée par les fossiles avec leur test, la *Pholadomya Murchisoni*, et la *Trigonia tuberculosa*.

La sixième est caractérisée par la *Perna Bachelieri*, l'*Ostrea gregaria* et le *Millecrinus Bachelieri*.

La cinquième est caractérisée par la *Modiola elegans*.

La quatrième est caractérisée par une grande quantité de moules de fossiles, par le banc de pierre appelé dans le pays *pierre lissée*, et enfin par les boules calcaires contenant au centre un fossile.

La troisième est caractérisée par la grande abondance de l'*Ostrea dilatata*.

La deuxième est caractérisée par les *Palinures* et les *Montivaltia*.

Enfin la première est caractérisée surtout par l'abondance des fossiles, mais toujours à l'état de moules.

A la suite de cette communication, M. Michelin demande à M. Bachelier si toujours au-dessus de ces sept assises se trouvent des alluvions. M. Bachelier répond que c'est le cas le plus ordinaire; mais qu'il y a cependant plusieurs localités où la septième assise est recouverte, tantôt par le coral-rag, et tantôt par les sables verts de la craie chloritée.

La séance est levée à dix heures.

Séance du 30 août 1850.

La séance est ouverte à huit heures du soir dans la salle de l'hôtel de ville du Mans.

M. Bertrand-Geslin, président, occupe le fauteuil.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté; après quoi M. Triger a la parole et résume les faits observés pendant les courses des 27, 28 et 29 août.

Premier jour. — Du Mans à Sillé-le-Guillaume.

La Société se proposait de visiter les formations d'eau douce qui se trouvent à Saint-Aubin et à Milesse, près le Mans; puis les terrains jurassiques à Domfront-en-Champagne et à Conlie; de continuer sa route jusqu'à Sillé-le-Guillaume, pour de là, après avoir exploré les roches d'éruption de la chaîne des Coëvrons, revenir par les terrains paléozoïques de Parennes, Brûlon et Sablé. Tels sont, pendant ces trois jours, les points qui ont attiré principalement l'attention de la Société. Reprenons un à un les faits si intéressants qu'elle a été à même d'observer, grâce au zèle et au talent de son vice-président, M. Triger, qui a été son guide pendant tout ce temps.

Au sortir du Mans par la route de Conlie, un premier fait géologique a été examiné par la Société : c'est le dépôt lacustre de Saint-Aubin. Cette formation d'eau douce présente dans les environs du Mans, de ce côté surtout, une assez vaste étendue. Le caractère minéralogique de la roche n'offre rien de particulier : c'est un calcaire blanchâtre, souvent assez

peu dur pour être exploité comme marne, d'autres fois, au contraire, présentant assez de solidité pour être employé comme pierre à bâtir : il est alors compacte et souvent siliceux. Au milieu des calcaires friables exploités comme marnes au centre du bassin, on trouve assez fréquemment des silex ménilites, mais fort rarement des fossiles ; plus loin, au contraire, dans des points que l'on peut considérer comme les bords de la cuvette en quelque sorte dans laquelle se serait fait le dépôt, on trouve en abondance des Planorbes, des Lymnées et diverses autres coquilles caractéristiques des formations d'eau douce.

Plus loin encore, si l'on gravit les coteaux qui dominent la plaine où sont ces marnes d'eau douce, on voit apparaître des grès stratifiés horizontalement et présentant, sur les faces parallèles à leur stratification, de nombreuses empreintes de tiges et de feuilles qui semblent appartenir à des plantes monocotylédones et dicotylédones. Il n'est pas très rare non plus de rencontrer des fruits globuleux de 1 centimètre environ de diamètre, ayant extérieurement cinq cloisons légèrement imbriquées qui entourent une sorte d'ovaire à trois loges qui se trouve au centre. Indépendamment de ces restes végétaux, toujours à l'état d'empreintes, on remarque souvent un grand nombre de trous assez réguliers qui semblent percer la roche perpendiculairement à sa stratification. Si sur la tranche de la roche on en peut suivre quelques uns, on voit qu'ils se prolongent souvent beaucoup, et s'anastomosent fréquemment entre eux. A quoi attribuer ces sortes de trous? Quelques personnes ont voulu y voir les racines de plantes qui auraient vécu au milieu de ces sables et dont on retrouverait les tiges, les feuilles et les fruits à l'état d'empreinte. Le grès qui les contient est tantôt d'une pureté parfaite, tantôt, au contraire, coloré par le peroxyde de fer. Dans les parties les plus pures il n'est pas rare de trouver des grains de quartz cristallisé ayant encore leurs pointements et leurs angles parfaitement entiers. Ces grès que l'on rapporte à ceux de Fontainebleau, quoiqu'il ne semble pas qu'aucune coquille y ait été trouvée, présentent une étendue considérable à Saint-Aubin, Saint-

Saturnin et Milesse. Les couches qu'on y remarque, les empreintes de végétaux qu'on y trouve, rapprochent ces grès de ceux que l'on observe à Saint-Pavace sur la rive opposée de la Sarthe, et font supposer que primitivement ils se sont déposés dans les mêmes conditions et sous les mêmes influences. Plus tard la Sarthe, en se frayant un passage au milieu de ces grès, les a séparés et en a entraîné de nombreux débris qu'elle a ensuite laissés sur ses bords comme blocs erratiques. Telle est l'origine probable d'énormes blocs de grès qui ont été trouvés dans les alluvions de la Sarthe lorsque l'on a fait la promenade dite du Greffier, au Mans.

Arrivés à Milesse, nous quittons le grès tertiaire pour entrer de nouveau dans les terrains crétacés sur des sables plus ou moins ferrugineux, plus ou moins grossiers, qui sont pour M. Triger la partie inférieure des grès verts du Mans, la glauconie crayeuse qui à Ballon renferme les *Orbitolina concava*, Lamk., en si grande abondance.

Les parties les plus solidifiées par le peroxyde de fer portent dans le pays le nom de *roussard*. Ce roussard ne contient point de fossiles et pourrait être facilement confondu au premier abord avec des alluvions, si l'on ne connaissait quelle place il doit occuper dans la série des terrains. C'est, en effet, un conglomérat souvent grossier de cailloux quartzeux roulés, n'acquérant une certaine dureté que par l'abondance du minerai de fer exploité anciennement pour les forges à bras dans un grand nombre de localités autour du Mans, et maintenant encore sur quelques points. Suivant M. Triger, cette roche et les sables peu calcaires sur lesquels elle repose seraient l'*iron-sand* des auteurs anglais.

De Milesse à Domfront-en-Champagne, nous n'avons pas quitté ces sables qui donnent au pays une physionomie toute particulière, à cause des nombreux sapins qu'on y plante, la terre y étant en général de très mauvaise qualité.

C'est un peu avant Domfront que nous avons trouvé la partie inférieure des marnes d'Oxford (*ét. callovien*, d'Orb.), sans que nous ayons pu reconnaître les étages jurassiques supérieurs.

Cet étage y est représenté par des alternances de marnes et de calcaires bleuâtres, contenant, au milieu des argiles, des cristaux assez nombreux de sulfate de chaux. Les fossiles y sont assez abondants, mais en général d'une mauvaise conservation. Ceux que M. de Lorière y a recueillis sont :

Belemnites hastatus, Blainv.
Nautilus hexagonus, Sow.
Ammonites macrocephalus, Schloth.
Lyonsia peregrina, d'Orb.
Cypricardia subobesa, d'Orb.
Isocardia tener, Sow.
Mytilus solenoides, d'Orb.
Lima obscura, d'Orb.
Avicula inæquivalvis, Sow.
Pecten fibrosus, Sow.
Pecten lens, Sow.
— *Camillus*, d'Orb.
Plicatula peregrina, d'Orb.
Ostrea amor, d'Orb.
— *Alimena*, d'Orb.
Rhynchonella Royeriana, d'Orb.
Terebratula reticulata, Smith.
— *bicanaliculata*, Schloth.
— *Royeriana*, d'Orb.
Dysaster ellipticus, Agass.

Au bourg même de Domfront, la Société a pu voir, à droite de la route, près d'un four à cuire la brique, le contact des marnes d'Oxford (*ét. callovien*, d'Orb.), avec un calcaire très oolitique qui se trouve au-dessous. A quel étage appartient ce calcaire? C'est un point sur lequel la Société a été divisée. Nous ne croyons donc pouvoir mieux faire que de reproduire ici les opinions qui ont été émises.

Dans la série ordinaire, quel est le terrain qui doit se trouver au-dessous des marnes d'Oxford? C'est la grande oolite. Telle est la question, telle est la réponse que se sont faites plusieurs membres de la Société, et entre autres M. Triger. Il ne voit ici rien qui s'y oppose: la roche minéralogiquement est une oolite miliaire des mieux caractérisée; les fossiles en général y sont rares, mal conservés, second caractère également propre à la grande oolite. D'ailleurs, il reconnaît au-dessous de ces couches une oolite plus sableuse, contenant un plus grand nombre de fossiles, reposant sur les marnes du lias supérieur (*ét. toarcien*, d'Orb.), qui n'a nullement le même aspect et qui est incontestablement l'oolite inférieure (*ét. bajocien*, d'Orb.). Partout où ces couches ont été observées dans le département de la Sarthe, à Domfront et à Conlie, à Chantenay et à Saint-Pierre-des-Bois, à Guéret et à Avoise,

partout on observe le même caractère, la même position relative des marnes et du calcaire, presque les mêmes couches. En vain, devant des faits pareils, doit-on invoquer la paléontologie : les fossiles ne peuvent servir de guide là où les caractères fondamentaux qui jusqu'à présent ont servi à séparer les terrains sont écrits en caractères aussi visibles. D'ailleurs n'a-t-on pas tout près de là un point de comparaison? M. Desnoyers, revenant d'Angleterre, ayant encore presque sous les yeux les terrains qui sont les types de ces grandes divisions, ayant visité en Normandie les points cités par les géologues anglais comme représentant bien identiquement les mêmes terrains, est venu à Mamers et y a reconnu immédiatement cette grande oolite qu'il avait vue si bien caractérisée outre mer. A Vilaine-la-Careille, à la butte de Chaumiton, près Mamers (Sarthe), on retrouve comme à Domfront des argiles reconnues par tous les géologues comme argiles oxfordiennes, et au-dessous un calcaire oolitique comme celui dont il est ici question, calcaire que l'on est d'accord à regarder comme de l'oolite moyenne ou grande oolite (*ét. bathonien*, d'Orb.). Or, si tous les géologues sont d'accord pour reconnaître à Mamers la grande oolite, pourquoi ferait-on difficulté de voir ici cette même grande oolite qui a tous les caractères de la précédente?

A cette opinion émise et soutenue par plusieurs membres de la Société, on oppose des raisons non moins puissantes, et que, pour sa part, M. de Lorière partage pleinement. Il ne voit avec M. Cotteau, à Domfront, à la Jonnelière, près Conlie, à Guéret et à Chantenay, que l'oolite inférieure sur laquelle reposeraient immédiatement les marnes d'Oxford, la grande oolite manquant complètement.

Le caractère minéralogique, ajoute M. de Lorière, peut être quelquefois un fort bon guide, surtout quand il s'agit de points très peu éloignés ; mais Domfront et Conlie sont à 5 myriamètres environ de Mamers, et souvent il faut une bien moindre distance pour qu'une couche vienne à disparaître dans la série sans laisser aucun équivalent : or c'est ce qui a eu lieu pour le cas qui nous occupe. Et fût-ce la même couche, à une telle

distance, peut-on dire encore, sur le simple aspect minéralogique de la roche, que c'est bien la même? M. Constant Prévost, dans ses savantes leçons sur les causes actuelles, n'a-t-il pas fait voir le peu de cas qu'on devait attacher au caractère minéralogique seul? Tout en accordant parfaitement que l'on trouve à Mamers la grande oolite si bien reconnue et décrite par M. Desnoyers, nous refusons d'admettre l'analogie que l'on veut trouver entre les couches sur lesquelles reposent les argiles à Mamers, et celles qu'on trouve sous les mêmes argiles à Domfront, Conlie, Chantenay et Guéret. L'aspect de la roche à la vérité parfaitement oolitique, et ayant la plus grande ressemblance avec les calcaires de la grande oolite, ne peut nous convaincre, quand nous trouvons à la butte de la Jonnelière, près Conlie, cette abondance de fossiles identiques avec ceux de Bayeux, dont personne, je pense, ne viendra révoquer en doute l'âge géologique. Et d'ailleurs le caractère minéralogique est-il aussi bon guide qu'on semble le penser? J'en doute beaucoup, quand, à 16 kilomètres de Guéret, à Précigné, dans la carrière de l'Hermitage, je trouve un calcaire parfaitement oolitique, à grains aussi réguliers que ceux que l'on pourrait trouver dans l'oolite moyenne la mieux caractérisée, et appartenant sans le moindre doute au lias moyen (*ét. liasien*, d'Orb.). Les marnes du lias supérieur (*ét. toarcien*, d'Orb.) qui se voient au-dessus dans la carrière de Paton à Précigné, ainsi que les fossiles que j'y ai pu recueillir, et dont suit la liste, ne peuvent laisser sur ce point aucune incertitude :

Belemnites niger, List.
Acteonina cadomensis, d'Orb.
Astarte Phœdra, d'Orb.
Unicardium Janthe, d'Orb.
Lima punctata, Desh.
Pecten disciformis, Schüb.
— *priscus*, Schloth.
Plicatula spinosa, Sow.
Ostrea irregularis, Münst.
Rhynchonella acuta, d'Orb.
— *Nerina*, d'Orb.
Spiriferina Hartmanni, d'Orb.
Terebratula lampas, Sow.
— *fimbria*, Sow.

Voilà donc un point bien plus rapproché encore que Mamers, et dont il faudrait faire aussi de la grande oolite, si de Conlie on n'aimait mieux faire du lias moyen.

Si donc nous ne pouvons nous fier au caractère minéralogique, à quoi aurons-nous recours ? Sera-ce à la stratigraphie ; mais la stratigraphie ne nous indique qu'un seul et même étage depuis le point qui repose sur les marnes du lias et qui se voit à la carrière du Gibet, presque en face de l'allée de l'ancienne abbaye de Champagne, entre Conlie et Sillé-le-Guillaume, jusqu'au calcaire très oolitique qui fait le sujet de la discussion et sur lequel repose l'argile d'Oxford à Domfront, la Jonnelière, Chantenay et Guéret. Il est bien vrai que si nous examinons la couche la plus supérieure qui se voit à Conlie, à Chantenay et à Guéret, nous trouverons une grande différence avec la plus inférieure qui se trouve au Gibet, à Chevillé, Fontenay, Asnière (Sarthe). Si vous voulez en faire deux étages, l'oolite moyenne et l'oolite inférieure, où placerez-vous alors votre point de séparation? En vain je l'ai cherché dans ces localités ou dans les localités voisines, j'ai trouvé partout un passage insensible entre les deux extrêmes, et j'ai dû en conclure stratigraphiquement que ce n'était qu'un seul et même étage.

Si à ce caractère, continue M. de Lorière, qui me semble de premier ordre, j'ajoute que les fossiles, moins ceux qui n'ont jusqu'à présent d'analogues nulle part, fossiles qui ont été recueillis soit par M. d'Orbigny lui-même, soit par M. Guéranger du Mans, soit par moi, se retrouvent dans l'oolite inférieure de Bayeux, Port-en-Bessin, etc. (*ét. bajocien*, d'Orb.), il restera démontré que cette oolite de Domfront, Conlie, Chantenay, Guéret, n'est que la partie supérieure de l'oolite inférieure (*ét. bajocien*, d'Orb.). Si c'était de la grande oolite, il serait vraiment bien surprenant que, sur 95 espèces, 35 se trouvassent communes avec Bayeux, tandis que 2 seulement se retrouveraient à Luc et à Langrune, où la grande oolite est si bien caractérisée. Il faudrait admettre des erreurs trop grossières de la part d'un de nos savants les plus distingués, M. Alc. d'Orbigny, qui a eu l'obligeance de déterminer lui-même le plus grand nombre des fossiles que j'ai de ces localités, pour supposer qu'il ait placé dans l'oolite inférieure une faune tout entière appartenant à l'oolite moyenne. Le tableau suivant présente la liste

des fossiles trouvés à Conlie, Guéret et Chantenay, et en regard les identiques trouvés soit à Bayeux, dans l'oolite inférieure, soit à Langrune et à Luc dans la grande oolite.

Tableau comparatif des fossiles de Conlie, Guéret, Chantenay, *avec ceux de* Bayeux (*oolite inférieure*), *et ceux de* Luc *et de* Langrune (*grande oolite*).

CONLIE, GUÉRET, CHANTENAY.	BAYEUX.	LUC, LANGRUNE.
Ammonites subradiatus, Sow.	*Ammonites subradiatus*, Sow.	
— *interruptus*, Brug.	— *interruptus*, Brug.	
Toxoceras rairspinus, Baugier.		
Chemnitzia normaniana, d'Orb.	*Chemnitzia normaniana*, d'Orb.	
Acteonina Sarthacensis, d'Orb.		
Natica Lorieri, d'Orb.		
— *Pictaviensis*, d'Orb.	*Natica Pictaviensis*, d'Orb.	
Trochus Actæa, d'Orb.		
— *duplicatus*, Sow.	*Trochus duplicatus*, Sow.	
— *Lorieri*, d'Orb.		
— *Acmon*, d'Orb.	— *Acmon*, d'Orb.	
Straparolus pulchellus, d'Orb.		
Turbo ornatus, Sow.	*Turbo ornatus*, Sow.	
— *Belus*, d'Orb.		
— *Davoustii*, d'Orb.		
Pleurotomaria Lorieri, d'Orb.		
Pterocera Lorieri, d'Orb.		
Purpurina pulchella, d'Orb.		
Cerithium contortum, Deslong.	*Cerithium contortum*, Deslong.	
— *Lorieri*, d'Orb.		
Panopæa subelongata, d'Orb.	*Panopæa subelongata*, d'Orb.	
Pholadomya obtusa, Sow.	*Pholadomya obtusa*, Sow.	
Opis similis, d'Orb.		
— *Lorieriana*, d'Orb.		
— *Davoustiana*, d'Orb.		
— *Thalia*, d'Orb.		
Astarte lucida, Sow.		
— *trigona*, Desh.	*Astarte trigona*, Desh.	
— *reconditia*, d'Orb.		
— *cordiformis*, Desh.	— *cordiformis*, Desh.	
— *Urania*, d'Orb.	— *Urania*, d'Orb.	
— *Tipha*, d'Orb.	— *Tipha*, d'Orb.	
— *Thisbe*, d'Orb.	— *Thisbe*, d'Orb.	
— *Thalia*, d'Orb.		
— *Thais*, d'Orb.		
Hippopodium bajocense, d'Orb.	*Hippopodium bajocense*, d'Orb.	
Cypricardia cordiformis, Desh.	*Cypricardia cordiformis*, Desh.	
— *gibberula*, d'Orb.		
— *Lebruniana*, d'Orb.		
Cyprina nitida, d'Orb.	*Cyprina nitida*, d'Orb.	
Trigonia costata, Park.	*Trigonia costata*, Park.	
— *striata*, Sow.	— *striata*, Sow.	
— *signata*, Agass.		
— *Proserpina*, d'Orb.		
— *Neptuni*, d'Orb.		
Lucina Zieteni, d'Orb.		
— *Lorieri*, d'Orb.		
Corbis Davoustiana, d'Orb.		
Cardium Jurense, d'Orb.		
Isocardia bajocensis, d'Orb.	*Isocardia bajocensis*, d'Orb.	
Nucula nucleus, Deslong	*Nucula nucleus*, Deslong.	
— *Erato*, d'Orb.		

CONLIE, GUÉRET, CHANTENAY.	BAYEUX.	LUC, LANGRUNE.
Limopsis Lorieriana, d'Orb.		
— *Gaudryna*, d'Orb.		
Arca Danae, d'Orb.		
— *Daphne*, d'Orb.		
— *Delila*, d'Orb.		
— *Lorieriana*, d'Orb.		
Mytilus reniformis, d'Orb. . . .	*Mytilus reniformis*, d'Orb.	
Lima proboscidea, Sow.	*Lima proboscidea*, Sow.	*Lima proboscidea*, Sow.
— *tenuistriata*, Münst.	— *tenuistriata*, Münst.	
— *sulcata*, Münst.	— *sulcata*, Münst.	
Avicula digitata, Deslong.		
Pecten Hedonia, d'Orb.	*Pecten Hedonia*, d'Orb.	
— *Silenus*, d'Orb.	. . . . .	*Pecten Silenus*, d'Orb.
Plicatula ampla, d'Orb.		
Ostrea sulcifera, Phill.	*Ostrea sulcifera*, Phill.	
— *Kunkeli*, Zieten.	— *Kunkeli*, Zieten.	
Rhynchonella plicatella, d'Orb.	*Rhynchonella plicatella*, d'Orb.	
Hemithiris spinosa, d'Orb. . .	*Hemithiris spinosa*, d'Orb.	
— *costata*, d'Orb.		
Terebratula sphæroidalis, Sow.	*Terebratula sphæroidalis*, Sow.	
— *lata*, Sow.		
— *Garantiana*, d'Orb.		
Idmonea scobinula, Mich.		
— *incrustans*, d'Orb.		
Bidiastopora meandrina, d'Orb.		
Entalophora Sarthacensis, d'Orb.		
Terebellaria gracilis, d'Orb.		
Dysaster Avellana, Agass. . . .	*Dysaster Avellana*, Agass.	
Nucleolites Sarthacensis, d'Orb.		
Cidaris foliacea, d'Orb.		
Cœlaster Mandelslohi, d'Orb.		
Pentacrinus inornatus, d'Orb.		
Axosmilia extinctorium, Edw. et Haime.	*Axosmilia extinctorium*, Edw. et Haime.	
Montilivaltia convexa, d'Orb.		
Thecophyllia Sarthacensis, d'Orb.		
Anabacia Bajociana, d'Orb.		
Ceriopora Sarthacensis, d'Orb.		
— *Lorieri*, d'Orb.		
Eudea Sarthacensis, d'Orb.		
Hippalimus cornutus, d'Orb. .	*Hippalimus cornutus*, d'Orb.	
Stellispongia rugosa, d'Orb.		
Cupulospongia subporosa, d'Orb.		

De ce tableau, que conclure? C'est qu'on ne retrouve à Conlie, Guéret et Chantenay, de communes avec Luc et Langrune, que deux espèces de fossiles qui ne peuvent être caractéristiques d'un étage, puisqu'ils se trouvent aussi à Bayeux, sur l'âge duquel personne n'a d'incertitude, tandis que, au contraire, toutes les espèces communes avec notre type de l'oolite inférieure sont des espèces caractéristiques et qui ne se rencontrent que dans cet étage. Reconnaissons donc qu'à la Jonnelière, près Conlie, à Guéret et à Chantenay, la

grande oolite manque complétement, et que l'oolite inférieure est en contact avec les marnes d'Oxford.

Après s'être reposée quelque temps à Domfront, la Société continue sa course vers Conlie. En sortant du bourg, à droite, M. Triger fait remarquer de nouveau cette roche oolitique, l'objet de tant de discussions, tantôt formant une roche solide, tantôt se désagrégeant facilement et formant un sable oolitique parfaitement calibré, surtout sur les pentes légèrement inclinées où l'eau a pu le laver. La même roche se voit jusqu'à Conlie, et même au delà, jusqu'à la butte de la Jonnelière.

Cette butte (pl. XI, fig. 5), maintenant isolée, faisait incontestablement partie autrefois d'un vaste plateau ayant subi de puissantes érosions. Au sommet, dans un espace fort restreint, il est vrai, on retrouve comme à Milesse ces sables ferrugineux stratifiés appelés *roussard*, et regardés par M. Triger comme représentant l'*iron-sand* des Anglais. Au-dessous se trouvent les marnes verdâtres de l'Oxford-clay (*ét. callovien*, d'Orb.). Leur puissance est peu considérable, quelques mètres seulement. Leur grande pureté les fait rechercher pour la fabrication de la brique; aussi alimentent-elles une briqueterie située au pied de la butte, sur le versant opposé à celui de Conlie. Malgré la rareté des débris des êtres organisés, on a pu cependant y recueillir quelques fossiles qui ne laissent aucune incertitude sur l'âge de ce dépôt. Au-dessous de ces argiles, et en contact immédiat avec elles, s'est présenté de nouveau ce calcaire oolitique controversé, qui, comme d'ailleurs toutes les couches jurassiques du département, est horizontalement stratifié, ou du moins sensiblement tel. Là, à sa partie supérieure, il est ferrugineux, et contient, comme à Guéret, comme à Chantenay, cette grande quantité de fossiles dont nous avons donné la liste plus haut. Là aussi, de même qu'à Chantenay, les fossiles sont rarement à l'état de moule, mais leur coquille, le plus souvent spathique et engagée dans une roche très dure, est très difficile à se procurer intacte et bien dégagée. A Guéret, près Tassé, au contraire, les mêmes fossiles, également spathiques, se trouvent au mi-

lieu d'une roche moins agrégée, quelquefois même sableuse, qui permet, au moyen d'un lavage, de les avoir souvent parfaitement entiers. Ces trois différentes localités présentent du reste identiquement le même aspect, si ce n'est qu'à Chantenay et Guéret les marnes oxfordiennes sont ferrugineuses et contiennent beaucoup de fossiles, tandis qu'à la Jonnelière, comme nous l'avons dit, les marnes d'Oxford sont verdâtres ou bleuâtres et contiennent peu de fossiles.

Si nous continuons la route qui conduit à Sillé-le-Guillaume, nous quittons bientôt cette couche très fossilifère, mais peu épaisse, qui se trouve au contact des argiles, pour rentrer, comme à la sortie du bourg de Conlie, sur la roche oolitique blanchâtre, qui a constamment divisé la Société quant à la place qu'on devait lui assigner dans la série des couches. De là, jusqu'à l'allée de l'ancienne abbaye de Champagne et la carrière du Gibet, qui se trouve en face, la roche devient de moins en moins oolitique sans qu'on puisse fixer le point précis où commence ni celui où s'arrête ce changement. Au Gibet, la roche, le plus souvent en couches assez épaisses, est tantôt compacte et tantôt sableuse; les fossiles y sont assez communs, mais presque toujours à l'état de moule.

A deux pas de cette carrière, dans la coupe qui a été faite pour adoucir la côte, se voient les marnes du lias immédiatement au-dessous du calcaire oolitique. Elles sont peu développées, et atteignent à peine 2 mètres d'épaisseur. Elles reposent en stratification discordante sur des schistes satinés appartenant aux couches du terrain silurien, où je ne sache pas qu'il ait été trouvé de fossiles. Nous les verrons beaucoup mieux développées de l'autre côté de Sillé-le-Guillaume; c'est alors que nous en parlerons plus longuement. Quant au lias, tout semble montrer qu'il se trouve là sur le bord d'un bassin formé par les Coëvrons, au pied desquels est bâti Sillé-le-Guillaume. Divers lambeaux plus ou moins importants, et toujours en stratification sensiblement horizontale, s'en retrouvent le long de la chaîne.

L'heure étant déjà fort avancée, la Société se rend directement à Sillé-le-Guillaume, et passe rapidement sur les ter-

rains paléozoïques qui feront le sujet tout spécial de son étude le lendemain.

Deuxième jour. — De Sillé-le-Guillaume à Sablé.

Sillé-le-Guillaume est bâti sur le versant sud de la petite chaîne des Coëvrons formée de roches éruptives, soit granite, comme on le voit aux buttes Rochard, près Bays, à Montaigu, à Jublains, etc., soit porphyre protoginique, comme à Sillé-le-Guillaume même, aux buttes du Grez, où la Société a pu en voir des blocs magnifiques à pâte verte avec de larges cristaux rouges de feldspath. Cette roche, avec des eurites et des pétrosilex, forme une petite chaîne que longe la route de Sillé à Évron jusque vers Assé. Immédiatement au-dessus de ces roches, et s'appuyant sur elles, commence la série des terrains stratifiés paléozoïques, tous fortement inclinés du N. au S., mais présentant partout une stratification concordante.

Les premières couches que nous rencontrons sont des grès très feldspathiques, surtout près de l'étang de Mézanger, et qui offrent tous les passages, depuis une roche très dure et très compacte jusqu'à une roche presque désagrégée. Cette roche a été exploitée dès les temps les plus anciens, car au milieu des ruines d'une ville romaine sur laquelle est bâti maintenant le bourg de Jublains, un grand nombre d'ornements d'architecture, de colonnes et de murs même sont faits avec ce grès feldspathique, qui passe souvent à une métaxite. Dans la coupe de Sillé-le-Guillaume à Sablé, pl. XI, fig. 1, il porte le n° 1.

Au-dessus de ce grès se trouve un banc calcaire peu épais, sans fossiles, exploité comme pierre à chaux près du bourg de Rouessé-Vassé, où il offre quelquefois des grottes naturelles tapissées de stalactites et de stalagmites. Ce banc, non magnésien ou du moins fort peu, est intercalé au milieu d'anagénites à grains plus ou moins fins et de schistes non exploités. Ce sont les couches n° 2 de la même coupe que précédemment.

Viennent ensuite des schistes d'une faible puissance en comparaison de ceux que nous rencontrerons près de Parennes. On les voit depuis le bourg même de Rouessé-Vassé jusqu'au château de Rouessé, tout le long de l'avenue qui y conduit : c'est notre n° 3.

Presque en face du château de Rouessé-Vassé, la Société a trouvé une nouvelle bande calcaire également très mince, mais qui diffère de la première par la présence d'une quantité notable de magnésie, qui, sur plusieurs points, a transformé le calcaire en une véritable dolomie. C'est le n° 4 de la coupe. Le même banc se rencontre également à Fresnay-le-Vicomte. Ce fait de carbonates calcaires très magnésiens, non au contact des roches ignées, mais déjà à une certaine distance, a été remarqué par la Société comme venant combattre l'opinion de ceux qui pensent que la dolomitisation est due au voisinage de roches éruptives. S'il en eût été ainsi, comment expliquer la présence de la première bande calcaire non dolomitisée, quoique presque au contact du granite, tandis que celle-ci, qui en est relativement fort loin, aurait subi seule la dolomitisation?

Au-dessus, se trouve une bande très mince, formée par un conglomérat talqueux sur lequel reposent des schistes d'une puissance très considérable, et au milieu desquels sont ouvertes sur plusieurs points d'immenses carrières d'ardoise, entre autres à Parennes : ce sont celles que la Société a visitées. Jusqu'à présent aucun fossile n'y a encore été trouvé. Ces couches forment dans la coupe fig. 1 les nos 5, 6 et 7.

Au-dessus des schistes ardoisiers, on retrouve, comme près de Rouessé, un conglomérat souvent très grossier au milieu duquel se voient des galets de schistes et de quartz laiteux. Ces galets de quartz, assez volumineux dans certains endroits, se trouvent parfois isolés à 2 ou 3 mètres au-dessous de la couche qui devrait les contenir. C'est qu'au moment où ils ont été déposés, les vases, qui plus tard ont formé les schistes en se durcissant, n'étaient point assez résistantes pour les porter; ils se sont enfoncés au milieu d'elles, et en ont ordinairement laissé un témoignage irrécusable. Il

n'est pas rare, en effet, de trouver alors une sorte de longue cheminée remplie de matières étrangères, et qui conduit du galet à la couche du conglomérat auquel il appartient. Ce poudingue porte dans la coupe le n° 8.

En suivant toujours la route de Sablé, la Société est bientôt arrivée non loin de Neuvillette. Là elle a vu, intercalés entre des couches de grès, des lits généralement très peu épais d'ampélite ou *pierre noire de charpentier*, au milieu de laquelle on trouve des empreintes de Graptolites, le plus souvent très mal caractérisés. Ces couches d'ampélite, alternant avec des schistes et des grès, ont été reconnues en plusieurs endroits, et ont donné lieu à des puits de recherche creusés par des spéculateurs qu'avaient trompés la couleur noire de la pierre et sa fausse apparence d'anthracite. Ces alternances de grès, schistes et ampélites portent dans la coupe le n° 9.

Au-dessus se voit, non loin de la forge de Chemiré-en-Charnie, un immense escarpement formé de grès très ferrifères, rouges, et rapportés par M. de Verneuil au grès de May, en Normandie, quoique jusqu'à présent on n'y ait point encore trouvé de fossiles.

M. Marie Rouault regrette que la Société n'ait pu s'arrêter devant ce dépôt siliceux qui lui a paru du plus grand intérêt; il ne croit pas devoir se rallier à l'opinion de M. de Verneuil, qui rapporte ce grès de Chemiré à celui de May, et, bien qu'il n'ait visité ni l'une ni l'autre de ces localités, il ne pense pas que la place qui a été assignée à ces roches, dans le terrain silurien, puisse leur être conservée.

Ce grès, qui dans la coupe porte le n° 10, serait, suivant M. de Verneuil, la dernière couche qui représenterait dans le département de la Sarthe le silurien inférieur.

Immédiatement au-dessus viendraient se placer les couches n° 11 de Saint-Jean-sur-Erve (Mayenne) et de Saint-Aubin-de-Loquenay, dans le département de la Sarthe, couches que la Société n'a pu voir, et qui sont formées de schistes avec ampélites et de nodules calcaires contenant la *Cardiola interrupta* et des Graptolites. C'est tout ce qui nous resterait de la partie supérieure du terrain silurien.

C'est dans les couches dévoniennes nos 12 et 13, que la Société a pu voir et recueillir des fossiles paléozoïques. Là, en effet, se trouvent des grès, des schistes et des calcaires dont certaines couches sont pétries de fossiles. Les points qui en ont offert le plus grand nombre sont : Viré, le premier endroit où ils ont été découverts, il y a quelques années, par notre collègue, M. Triger, à l'époque du percement d'une route nouvelle; puis Loué, Mareil, Brûlon, Joué-en-Charnie, et non loin de là, les carrières de Chassegrain et des Courtoisières, dans le département de la Sarthe; Thorigné-en-Charnie; Saint-Pierre-sur-Erve dans le département de la Mayenne. M. de Verneuil a bien voulu se charger de faire une liste des fossiles qui jusqu'à présent ont été trouvés dans ces différentes localités et que nous donnons plus loin avec quelques observations que ce savant géologue a bien voulu nous communiquer.

De Brûlon à Sablé, l'étude des terrains paléozoïques est plus difficile, recouverts qu'ils sont presque partout par les terrains jurassiques qui viennent s'appuyer sur eux en stratification discordante. Ce ne peut être que de loin en loin, et tout à fait exceptionnellement, qu'on peut les voir à découvert. Aussi cette partie est-elle loin d'être aussi bien connue que celle que nous venons de parcourir de Sillé-le-Guillaume à Brûlon.

Près de Poillé, à moitié route de Brûlon à Sablé, ont eu lieu des recherches d'anthracite. Au *puits de la promenade* on a trouvé un lit de combustible qui semble être d'une extraction assez avantageuse. Parmi les déblais qui en ont été retirés, on a trouvé diverses empreintes de végétaux, en général assez mal conservées, au milieu desquelles M. Brongniart a cependant pu reconaître les espèces suivantes :

Note de M. Ad. Brongniart, *sur les plantes fossiles recueillies dans les mines de* Poillé, *près Sablé* (Sarthe), *et communiquées par MM.* de Verneuil et G. de Lorière.

1. *Calamites dubius*, Artis; *Hist. des vég. foss.* — Échantillons incomplets et d'une détermination spécifique douteuse.

2. *Sphenopteris Hœninghausi* (*var. major*), Ad. Br.; *Hist. vég. foss.* — Cette fougère, dont les formes générales diffèrent très peu de celles que j'ai figurées, est cependant plus grande dans toutes ses parties et constitue peut-être une espèce distincte. Elle me paraît identique avec les échantillons recueillis à Eschweiler, près d'Aix-la-Chapelle.

3. *Sphenopteris furcata*, Ad. Br.; *Hist. vég. foss.* — Les pinnules isolées que présente un des échantillons qui m'ont été remis par M. de Lorière ressemblent beaucoup à l'échantillon de Newcastle, figuré *Hist. des vég. foss.*, pl. 49, fig. 5. Elles sont cependant un peu plus petites : des échantillons plus complets seraient nécessaires pour une détermination certaine.

4. *Lepidodendron erectum* (*Selaginites erectus*), Ad. Br.; *Prod.* — Rameaux nombreux, dichotomes, gros comme un tuyau de plume, couverts de petites feuilles sébacées dressées et presque appliquées contre la tige. Ces rameaux, dont les bases les plus grosses ont la grosseur du doigt, sont accompagnés d'un petit *Lepidostrobus*, qui en est la fructification sans aucun doute, et de feuilles lancéolées, *Lepidophyllum*, qui sont probablement les prolongements foliacés des écailles de ces *Lepidostrobus*; on voit aussi entremêlées des écailles courtes, convexes, obtuses, qui me paraissent les sporanges isolés de ces épis de fructification; enfin l'espèce suivante, qui se trouve aussi associée à ces rameaux, n'est peut-être fondée que sur les parties inférieures des rameaux et des tiges de la même plante, qui, dans ce cas, serait différente spécifiquement du *Lepidodendron fastigiatum* des mines des bords de la Loire, près de Chalonnes, dont les tiges principales ont des cicatrices d'une forme très différente.

5. *Lepidodendron Lorierei*, Ad. Br. — La forme des cicatrices de ces tiges peut faire hésiter à les placer parmi les *Lepidodendron* ou les *Sigillaria*. Le réseau, formé par les sillons de l'écorce isolant les mamelons qui produisent chaque feuille, forme des aréoles rhomboïdales très allongées, comme dans beaucoup de *Lepidodendron*, mais la surface est plane, sans carène ni angles décurrents, et en vieillissant ces aréoles s'élargissent et forment des côtes continues simplement contractées. Les cicatrices très petites ont plutôt la forme de celles des *Sigillaria*, plus longues que larges. Cependant la forme des impressions les plus petites et les plus jeunes me fait penser que c'est une des modifications si nombreuses des formes des *Lepidodendron*, et peut-être les tiges de l'espèce précédente.

Mêlée à ces échantillons, qui se trouvent dans les deux collections de MM. de Verneuil et de Lorière, se trouve une autre impression très voisine par la forme des cicatrices, mais très différente par le mode d'alvéolation de la surface corticale. Est-ce une autre espèce ou un mode différent de croissance de la tige?

6. *Lepidodendron gracile*, Lindl. et Hutt.; *Foss. flora.* — Cette espèce, dont j'ai quelques échantillons recueillis par moi dans

les mines de Monfrou, près Sablé, en 1845, me paraît identique avec les échantillons de cette plante des mines de Newcastle; ou du moins les différences sont très légères.

7. *Sigillaria tessellata*, Ad. Br.; *Hist. vég. foss.* — Échantillon des mines de Solesme, remis par M. Guéranger.

8. *Sigillaria Guerangeri*, Ad. Br. — Espèce à cannelures très marquées, alternativement contractées et dilatées comme dans la *Sigillaria contracta*, mais avec cette différence que les cicatrices correspondent aux parties les plus larges de chaque côte et non pas à la partie contractée; en outre les cicatrices sont plus rapprochées, d'une forme elliptique peu allongée et très régulière ou légèrement échancrée en haut. On n'y voit qu'une cicatrice vasculaire centrale saillante.

Des mines de Solesme, près Sablé, donné par M. Guéranger.

9. *Sigillaria? Verneuilleana*, Ad. Br. — Cette tige, dans un état de conservation fort imparfait, est cependant très remarquable; c'est une tige fort grosse, non cannelée, se rapportant ainsi à la première section des sigillaires, dont la couche corticale très mince s'est détachée presque partout, excepté autour de la plupart des cicatrices où elle est restée adhérente dans un espace rhomboïdal où elle paraît rugueuse transversalement. La surface sous-corticale est fortement striée en long. Les cicatrices ont une forme presque demi-circulaire, le bord courbe étant dirigé en bas : elles portent deux cicatrices vasculaires latérales et une médiane plus petite.

10. *Stigmaria ficoides*, Ad. Br.; *Prod.* — Paraît identique avec les formes ordinaires de cette plante dans les autres terrains houillers, et représente probablement les racines des plantes précédentes.

Nota. Aucun de ces échantillons ne présente de traces d'*Asterophyllites*, d'*Annularia* ni de *Sphenophyllum*. Il serait important de vérifier si ce caractère négatif se maintiendra par suite de recherches plus étendues.

Enfin, la Société est arrivée le soir à Sablé. Là M. de Verneuil a émis quelques idées générales sur l'ensemble du terrain paléozoïque que l'on avait traversé dans cette journée et sur la superposition de ses divers groupes et étages, superposition qu'il n'aurait pas été possible de bien comprendre dans un voyage aussi rapide, sans la belle carte géologique du département de la Sarthe que va publier M. Triger. M. de Verneuil pense qu'on ne saurait trouver, dans toute la péninsule occidentale de la France, une série plus régulière et qui fît mieux saisir les rapports qu'ont entre elles toutes les assises

fossilifères de cette contrée. A ce point de vue, la coupe de Sillé-le-Guillaume à Sablé lui paraît une coupe modèle à laquelle on devra avoir égard désormais dans l'étude du terrain paléozoïque de la Bretagne et de la Normandie. Il en donne une esquisse que nous reproduisons plus loin, et qui sans avoir des prétentions à une exactitude mathématique, et sans tenir compte de la plupart des plissements, peut néanmoins donner l'idée de la véritable superposition des diverses divisions du terrain paléozoïque aussi bien que de leur épaisseur approximative (1). Il entre à ce sujet dans les détails suivants :

Au premier coup d'œil jeté sur la coupe présentée à la Société (voir pl. XI, fig. 1), se révèle un fait important : c'est l'immense épaisseur du système silurien inférieur et le peu de développement du système supérieur. En effet, tandis que ce dernier n'est représenté que par une masse peu épaisse de schistes bitumineux, le premier comprend dix assises de roches différentes et deux horizons fossilifères. Si nous examinons successivement ces diverses roches, en commençant par les plus anciennes, nous signalerons d'abord les deux bandes de calcaires plus ou moins magnésiens qui n'ont ici qu'un développement local, et qui ne se retrouvent presque nulle part, soit en Bretagne, soit en Normandie (2). Ces couches, qui avec quelques grès et des schistes peu épais constituent la partie la plus ancienne des terrains de sédiment du département de la Sarthe, ne nous ont présenté aucuns fossiles, ce qui est d'autant plus fâcheux que c'est là seulement que nous aurions pu découvrir des traces de cette faune que M. Barrande

(1) Les épaisseurs exactes seront données dans les coupes que M. Triger compte publier en même temps que la carte géologique du département de la Sarthe. Comme notre coupe n'a pour objet que le terrain paléozoïque, nous y avons omis les lambeaux de terrains jurassiques qui, çà et là, recouvrent en couches horizontales le terrain ancien.

(2) Les marbres de Vieux, près de Caen, et ceux de Cartravers, en Bretagne, appartiennent peut-être à cet étage.

appelle primordiale, et qui est caractérisée par les *Paradoxides* et les *Olenus* (1). Cette faune, qui existe en Bohême, en Suède et en Angleterre, n'a pas encore été reconnue chez nous. Les ardoises à Trilobites d'Angers forment jusqu'à présent la limite inférieure des êtres organisés en Bretagne, ou du moins nous n'avons jamais vu au-dessous rien de bien caractérisé. Ces ardoises sont représentées dans notre coupe par les schistes tégulaires de Parennes. Il est vrai qu'aucune Trilobite n'a encore été trouvée dans cette localité; mais la *Calymene Tristani* a été découverte par M. Davoust, curé d'Asnières, dans les ardoises de Saint-Léonard, qui, d'après M. Triger, occupent au nord de Sillé-le-Guillaume une position tout à fait symétrique. C'est à cet étage, qui, dans notre coupe, porte le n° 7, qu'il faut rapporter tous les schistes ou ardoises à Trilobites de la Bretagne et de la Normandie, et particulièrement ceux des localités suivantes : Angers, Vern, Bain, Pieric, Lahunaudière, Sion, Fougeray, Poligné, la Couyère, Bourg-des-Comtes, Trébœuf, Vitré, Caro, Pléchatel, Monteneuf, Châteaulin, Crozon, Siouville près de Briquebec, etc. Les Trilobites qu'on y rencontre, *Calymene Tristani*, Brong., *C. Arago*, Rouault, *C. Verneuili*, Rouault, sp., *Ogygia Guettardi*, Brong., *O. Desmaresti*, Brong. (2), *Illænus giganteus*, Burm., *I. crassicauda*, Dalm., *I. Beaumonti*, Rouault, *Acidaspis Buchii*, Barr., *Dalmania socialis*, Barr., *D. Dujardini*, Rouault, sp.; *Placoparia Tournemini* (3), Rouault, sp.; *Cheirurus claviger*, Beyr., *Lichas Heberti*, Rouault, *Trinucleus Pongerardi*, Rouault, sont en partie celles qui caractérisent le second étage du système silurien inférieur de la Bohême (étage D de M. Barrande). C'est également l'horizon

(1) M. Triger nous assure avoir trouvé à Fresnay, près du moulin de Rance, dans des couches aussi anciennes que celles dont il est ici question, des bivalves qu'il se propose de faire connaître.

(2) Ces deux espèces doivent être rapportées au genre *Asaphus*, ainsi que le constate un hypostome fourchu que j'ai découvert à Vitré.

(3) Cette espèce ne paraît guère différer du *Placoparia Zippei*, Corda, et devra probablement y être réunie.

des schistes de Builth et de Llandeilo, en Angleterre, celui des calcaires à Orthocères de Suède et de Russie, et des calcaires de Trenton, aux États-Unis.

Le deuxième étage fossilifère de notre coupe est celui des grès et schistes ampéliteux à Graptolites de Neuvillette. On ne peut s'empêcher d'y reconnaître l'horizon des schistes à Graptolites de Suède (Furudal, etc.), qui sont supérieurs au calcaire rouge à Orthocères. Les fossiles les plus communs dans ces schistes paraissent être les *Graptolites colonus* et *testis* de M. Barrande. M. Triger nous a fait remarquer, ce qui n'est pas sans intérêt, que la couche inférieure des ampélites est comprise entre deux bancs de grès quartzeux (Neuvillette, Saint-Cenerè), et n'est pas accompagnée de ces strates argileux ou schisteux que l'on voit si souvent au-dessous des dépôts charbonneux, et que l'on suppose être les restes de l'ancien sol sur lequel ont vécu les végétaux qui leur ont donné naissance.

Vient ensuite notre troisième assise fossilifère, celle des schistes à Graptolites et à Cardioles, qui semble être chez nous le seul représentant du système silurien supérieur. A Saint-Jean-sur-Erve elle repose sur un grès rouge fossilifère, le même que celui de Chemiré-en-Charnie, et que nous croyons être l'équivalent du grès de May, bien que M. Triger n'y ait jamais trouvé de fossiles. Nous nous fondons, pour ce rapprochement, sur la position du grès de May, par rapport aux schistes à Graptolites et à Cardioles de Feuguerolles, position qui est la même que celle des grès de Chemiré et de Saint-Jean-sur-Erve. La bande qui nous occupe est très remarquable, en ce qu'elle présente un petit groupe de fossiles qui semblent avoir le privilége de vivre à des époques géologiques assez différentes. En Bohême, M. Barrande les a déjà reconnus dans deux positions très distinctes : l'une à la limite des groupes supérieurs et inférieurs du système silurien, l'autre au milieu du groupe inférieur. En Angleterre, M. Murchison les place au milieu du groupe supérieur (*lower Ludlow rocks*).

Ces schistes à concrétions calcaires sont souvent très bitumineux, et, dans les quatre localités de Saint-Jean-sur-Erve

et Saint-Aubin-de-Locquenay (Sarthe), de Feuguerolles (Calvados), de Saint-Sauveur-le-Vicomte (Manche), ils ont donné lieu à des recherches de combustibles toujours infructueuses. L'espèce de Graptolites la plus commune est le *Graphtolites priodon*, Bronn; elle est toujours accompagnée de la *Cardiola interrupta*, Sow., et d'une Orthocère très voisine de l'*Orthoceratites pelagium*, Barr.

Ici se présente un fait intéressant et digne d'attention. Tandis qu'en Bohême, les schistes à Graptolites et à Cardioles servent de base au groupe supérieur du système silurien représenté par des calcaires qui contiennent les mêmes fossiles que ceux de Dudley et de Gothland, dans le département de la Sarthe, cette même place est occupée par des grès et des calcaires argileux qui forment les nos 12 et 13 de notre coupe, et que nous rapportons au groupe inférieur du système dévonien (probablement le *tile-stone* de M. Murchison).

Nous donnons ci-après un tableau détaillé des fossiles que nous en connaissons, et, de la comparaison des espèces communes au département de la Sarthe et aux diverses parties de l'Europe, nous sommes porté à conclure que nos assises 12 et 13 correspondent tout ensemble et à la grauwacke ancienne des bords du Rhin, ou système rhénan de M. Dumont, et à la partie inférieure du calcaire de l'Eifel. En effet, notre calcaire no 13 ne paraît pas être exactement l'équivalent du calcaire de l'Eifel, car il contient presque autant d'espèces de la grauwacke que d'espèces de ce calcaire. Nous pouvons même à cet égard citer un fait assez intéressant, c'est que l'un des fossiles les plus caractéristiques de la grauwacke, le *Pleurodyctium problematicum*, qui n'a jamais été trouvé qu'au-dessous du calcaire de l'Eifel, se rencontre dans des schistes supérieurs au calcaire de Néhou, ainsi qu'on peut s'en assurer dans le nouveau chemin de Briquebec à Nehou. Or ce dernier calcaire est exactement le même que celui de la Sarthe, dont il est ici question.

Le terrain dévonien du département de la Sarthe se prolonge en Bretagne et se montre aussi en Normandie. C'est à cet horizon qu'il faut rapporter non seulement les calcaires de

Brûlon, Viré, Saint-Pierre-sur-Erve, Joué, les Courtoisières, Loué, Mareil, la Cormerie, Sablé et Fercé près Sablé, dans le département de la Sarthe, mais aussi ceux d'Argentré, Saint-Ceneré, Saint-Ouen, Saint-Jean-sur-Mayenne, Saint-Germain, le Bourgneuf, Bourgon, la Baconnière, Iné, Gahard, Saint-Barthélemy et Vern près d'Angers, Chalonnes-sur-la-Loire, la rade de Brest; enfin ceux de Nehou, Barneville, etc., dans la Manche. Le grand horizon que forme la base des dépôts dévoniens, dans le département de la Sarthe et en Bretagne, n'avait pas échappé à M. Triger, qui depuis longtemps y avait établi une de ses divisions principales et la ligne de séparation des ampélites d'avec les anthracites.

Nos calcaires n° 13 sont immédiatement recouverts par le système carbonifère, ainsi qu'on le voit bien clairement entre Sablé et Juigné, et à la mine de Fercé. Le système dévonien est donc incomplet ici comme le système silurien, et ce qui lui manque, c'est également sa partie supérieure, celle qui est représentée en Allemagne et sur les bords du Rhin par les calcaires à Strygocéphales de Paffrath, par ceux de Grund dans le Harz, par les schistes et calcaires rouges à Goniatites et à *Cardiola retrostriata*, Buch, sp. (*Cardium palmatum*, Goldf.), de Büdesheim, Brilon, Oberscheld (1), et enfin par les schistes à Cypridines.

Le terrain anthracifère de la Sarthe (nos 14, 15 et 16 de la coupe) appartient tout entier à la période carbonifère ancienne, et est en stratification discordante avec le terrain houiller plus récent de Saint-Pierre-la-Cour, ainsi que l'ont établi depuis longtemps MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy et Triger. C'est un terrain du même âge que celui de Regny, près de Roanne, qui, d'après les travaux récents de M. Jourdan, s'étend des rives de la Saône à celles de la Loire et de l'Allier, et que sir R. Murchison a observé jusqu'aux environs de Vichy. Les

(1) Cet étage à *Cardiola retrostriata* et à Goniatites est très bien caractérisé dans les monts Timans en Russie, et c'est là que se placent les schistes bitumineux qu'on appelle *Domanik Schiefer*. Il se trouve aussi à Neffiez (Hérault) et dans les Pyrénées.

calcaires de Trogenau et de Regnitzlozau, en Bavière, sont aussi de la même époque. En Belgique, le calcaire de cet âge (Visé, Namur, etc.) ne contient pas de combustible, tandis qu'en Russie et surtout dans le nord de l'Angleterre il s'y développe souvent comme dans le département de la Sarthe et dans celui de la Haute-Loire des couches de charbon, mais avec cette différence que ces charbons n'y sont pas ordinairement à l'état d'anthracite. Il y a déjà dix ans que j'ai classé les calcaires de Sablé, ainsi que ceux de Regny, dans le système carbonifère (1), mais alors mes observations ne s'appliquaient qu'au calcaire exploité entre Juigné et Sablé. Dans une excursion que j'ai faite cette année avec M. Triger, j'ai reconnu que le grand dépôt calcaire qui va de Juigné à Asnières, Poillé, Épineux, Monfroux, la Bazouge, Soulgé, Argentré, Louverné et Saint-Ouen, appartient également au système carbonifère. Ce dépôt, qui n'a pas moins de 50 à 54 kilomètres de l'E.-S.-E. à l'O.-N.-O. est très bien limité et figuré sur la carte de M. Triger; seulement notre habile collègue, trompé par des phénomènes de plissement que près de Juigné je ne m'explique pas encore, l'avait considéré comme inférieur aux couches dévoniennes avec *Terebratula reticularis* de cette localité. Ce calcaire, qui, dans sa nature minéralogique, est un peu différent de celui de Sablé, se reconnaît, dans toute l'étendue qu'il occupe, à la présence de concrétions siliceuses (*cherts* des géologues anglais) et de plusieurs bancs oolitiques. Ces deux caractères, qui s'observent souvent dans les calcaires carbonifères, n'auraient pas suffi pour former notre conviction, si nous n'étions parvenus à découvrir quelques fossiles caractéristiques tels que *Productus gigas*, *Chonetes comoides*, *Li-*

(1) Dans un mémoire sur la limite qui sépare le calcaire de montagne des formations inférieures (*Bulletin*, 1840, page 174), je disais: « En France nous n'avons de calcaire de montagne bien caractérisé que sur les frontières de Belgique, et à Marquise, près de Boulogne, où il repose sur le terrain dévonien. Cependant j'y rapporte encore, à cause de leurs fossiles et malgré d'importantes autorités, les calcaires supérieurs de Sablé, près du Mans, ceux de la montagne de Tarare et ceux de Regny, au N.-O. de Lyon. »

thostrotion irregulare, *L. affine*, *Syringopora parallela*, et si nous n'avions toujours rencontré au nord de ces calcaires et au-dessous d'eux (Argentré, Saint-Cenerè, Saint-Ouen) le système dévonien bien caractérisé. La modification apportée dans le classement de ce calcaire, considéré jusqu'alors comme plus ancien que le système carbonifère, en a entraîné une autre non moins importante dans celui des anthracites du département de la Sarthe, qui, au lieu d'être en partie carbonifères et en partie dévoniennes, deviennent toutes carbonifères. Ces anthracites nous paraissent former deux étages, dont l'un serait supérieur et l'autre inférieur au calcaire carbonifère; mais dans tous les cas, et c'est le point important, ils sont supérieurs aux couches avec fossiles dévoniens et n'alternent pas avec elles. Les anthracites supérieures au calcaire carbonifère, telles que celles de Poillé, la Bazouge-de-Chemeré, etc., contiennent un assez grand nombre de plantes qu'on ne trouve ni à Sablé ni à Fercé dans les anthracites inférieures. Quant au calcaire carbonifère de Sablé, grâce aux collections de MM. Davoust, Guéranger et de Lorière, et en y joignant les fossiles que j'ai recueillis moi-même en différentes fois, j'ai pu dresser la liste suivante, qui ne laisse aucun doute sur l'âge de ce terrain.

Liste des fossiles du calcaire carbonifère entre Sablé et Juigné (Sarthe) (1).

Phillipsia gemmulifera, Phill.
— *Derbyensis*, Mart., sp.
Bellerophon hiulcus, Sow.
— *costatus*, Sow.
— *bicarenus*, Léveillé.
Capulus, indét.
Euomphalus pentangulatus, Sow.
— *catillus*, Sow.
— *æqualis*, Sow.

(1) Le temps qui s'écoule toujours entre les réunions extraordinaires et l'impression des procès-verbaux nous a permis de placer ici une liste de fossiles qui nous a été remise, au mois de janvier 1851, par M. de Verneuil, et qui contient tout ce qui a été trouvé jusqu'à ce jour dans les terrains paléozoïques de la Sarthe.

Eomphalus Dyonisii, Montf., sp.
— *helicoides*, Sow., sp.
Conocardium fusiforme, Mac Coy, sp.
— *hibernicum?* Sow., sp.
Cypricardia.
Avicula.
Terebratula acuminata, Sow.
— *sacculus*, Mart.
Spirifer glaber, Sow.
— *cuspidatus*, Sow.
— *striatus*, Sow.
Orthis arachnoidea, Phill., sp.
— *resupinata*, Mart., sp.
Chonetes comoides, Sow., sp.
— *papilionacea*, Phill., sp. — Sablé et Argentré.
Productus semireticulatus, Mart., sp.
— *pustulosus*, Phill.
— *plicatilis*, Sow.
— *giganteus*, Sow. — Argentré.
Palechinus (très bel échantillon dans la collection de M. Guéranger).
Michelinia tenuisepta (1), Kon., *An. foss. du terr. carb. de Belg.*, pl. C, fig. 3. — Juigné. Se trouve aussi en Angleterre, en Irlande et en Belgique.
Syringopora parallela, Lonsd. in Murch., Vern. et Keys. *Russie and Ural*, t. I, p. 591. — Soulgé et Sablé. Se trouve aussi dans l'Oural.
Zaphrentis Phillipsii, Milne Edw. et J. Haime. *Pol. paléoz.*, pl. 5, fig. 1. — Sablé. Se trouve aussi en Belgique et en Angleterre.
— *excavata*, Milne Edw. et J. Haime. *Pol. paléoz.*, pl. 2, fig. 5. — Entre Sablé et Juigné.
— *Guerangeri*, Milne Edw. et J. Haime. *Pol. paléoz.*, pl. 5, fig. 9. — Juigné.
— *cylindrica*, Milne Edw. et J. Haime. *Pol. paléoz.*; syn. *Caninia gigantea*, Michelin. *Icon.*, pl. 16, fig. 1. — Sablé (Sarthe), Épineux-le-Séguin (Mayenne). Se trouve aussi en Belgique et en Irlande.
Lithostrotion irregulare, Milne Edw. et J. Haime. *Pol. paléoz.*; syn. *Lithodendron irregulare*, Phill. *Yorks.*, t. II, pl. 2, fig. 14 et 15. — Soulgé (Mayenne). Se trouve aussi en Angleterre, en Irlande et dans l'Oural.
— *affine*, Milne Edw. et J. Haime. *Pol. paléoz.*; syn. *Madreporites affinis*, Mart. *Petr. Derb.*, pl. 31. — Argentré (Mayenne). Se trouve aussi en Angleterre, en Irlande et dans l'Oural.

---

(1) La liste des Polypiers a été préparée par M. Jules Haime.

TABLEAU DES FOSSILES DU TERRAIN DÉVONIEN

DU DÉPARTEMENT DE LA SARTHE.

(*Nota.*) Les localités étrangères sont imprimées en caractères italiques.

GENRES ET ESPÈCES.	CITATIONS ET OBSERVATIONS.	LOCALITÉS.
Phacops latifrons, Bronn.	Les échantillons qu'on trouve dans le département de la Sarthe, de même que ceux d'Espagne, forment une variété dans laquelle la glabelle est recourbée, en sorte que son extrémité est en dessous de l'animal.	Viré, le Coudray, environs de Sablé, Gahard, rade de Brest. *Bords du Rhin*, *Eifel*, *Sabero en Espagne*.
Dalmania calliteles.	Syn., *Cryphæus calliteles*, Green.....	Les Courtoisières, la Cormerie, Chassegrain, la Baconnière, St-Jean-sur-Mayenne, Izé, Gahard, Vern, Nehou. *Sabero en Espagne*, *Etats-Unis*.
— *sublaciniata*, Vern.	Se distingue de la précédente en ce que l'extrémité du pygidium n'a pas d'appendice comme en ont les articulations latérales, et de la *D. laciniata* (*Phacops laciniatus*, Roemer) par la petitesse et la forme des appendices.	Viré, les Courtoisières, Joué, la Cormerie, Saint-Ceneré, Izé, Nehou.
Homalonotus Gervillei, Vern.	Belle et grande espèce, caractérisée par trois sillons de chaque côté de la glabelle.	Viré, les Courtoisières, la Cormerie, Saint-Ceneré, Izé, Nehou.
Proetus Cuvieri, Stein.	.....	Les Courtoisières, Viré, Nehou. *Eifel*.
Bronteus Brongniarti, Barrande.	Se trouve en Bohême dans la partie la plus élevée du terrain silurien.	Près Sablé. *Bohême*.
Orthoceratites calamiteus, Munst.	Syn., *Orthoceratites Lorieri*, d'Orb...	Viré, la Cormerie, Nehou. *Schüibelhammer*, *Chimay*.
— *Buchii*, Vern...	Test orné d'anneaux transverses : siphon latéral, un peu renflé, comme dans les *Ormoceras*. Quand le test est enlevé, cette espèce peut être prise facilement pour l'*O. Jovellani*, Vern. Les cloisons sont très rapprochées et le siphon est rempli à l'intérieur par des lamelles qui rayonnent du centre à la circonférence.	Viré, Saint-Ceneré, Joué, Izé, Nehou.
—, espèce indéterminée.	Test lisse, cloisons écartées, siphon subcentral, légèrement étranglé au passage des cloisons.	Brûlon, Viré.
Capulus Lorierei, Vern.	Forme pentagonale; appartient à la division dont font partie les *C. no-*	Les Courtoisières.

GENRES ET ESPÈCES.	CITATIONS ET OBSERVATIONS.	LOCALITÉS.
	noplectus et *canalifer*, Munst., et le *C. elegans*, Barrande.	
Capulus robustus?, Barr.	Dans le jeune âge, il ressemble à une *Natica;* il se distingue du *Pileopsis priscus*, Goldf., en ce qu'il n'a pas de tubes à la surface.	Les Courtoisières. *Bohême.*
—	Petite espèce qui a beaucoup de rapports avec le *C. rostratus*, Barrande.	Viré.
Helcion, Monf.....	Petite espèce indéterminée.....	Les Courtoisières.
Euomphalus subalatus, Vern.	Diffère de l'*E. alatus*, Wahl, par la hauteur de la spire et le moindre développement de l'expansion en forme d'aile.	Les Courtoisières.
Maclurites Barrandei, Vern.	.....	Brûlon.
Turbo januarum, Vern.	Petite espèce ornée de quatre stries..	Les Courtoisières
Loxonema Hennahiana, Phill.	.....	Viré. *Devonshire.*
Macrocheilus acutus, Sow., sp.	Ne peut guère se distinguer de l'espèce carbonifère.	Viré. *Devonshire.*
Bellérophon subdecussatus, Vern.	Diffère du *Bellerophon decussatus*, Flem., en ce que la bande médiane est creuse au lieu d'être convexe. Les stries longitudinales sont inégales, et, vers la bouche, elles ne sont pas croisées par des stries transverses. Espèce toujours plus petite que le *B. decussatus.*	Viré.
Bellerophon, espèce indéterminée.	Je n'ai qu'un échantillon mal conservé qui rappelle le *B. Duchastelli*, Leveillé, et qui a été découvert par M. l'abbé Davoust.	Viré.
Conularia, espèce indéterminée.	Très bel échantillon découvert par M. Guéranger.	Les Courtoisières.
Pterinea spinosa ?, Phillips.	.....	Viré, les Courtoisières, Néhou. *Cornwall.*
— *elegans*, Goldf...	Assez voisine de la *Cypricardia squamifera*, Phill., qui est une espèce carbonifère de plus grande taille.	Les Courtoisières. *Eifel.*
Avicula.....	Deux ou trois espèces.....	Viré, les Courtoisières.
Modiola, esp. indét.	.....	Les Courtoisières.
Nucula fornicata, Goldf.	.....	Viré, rade de Brest. *Eifel.*
Conocardium clathratum, d'Orb.	.....	Viré, Loué, Izé, Néhou. *Eifel, Sabero.*
Terebratula concentrica, Buch.	.....	Les Courtoisières, Joué, Viré, le Coudray, Chassegrain, Brûlon, Gabard, Nehou, Ferques. *Eifel, Devonshire, Asturies*, etc.

GENRES ET ESPÈCES.	CITATIONS ET OBSERVATIONS.	LOCALITÉS.
Terebratula hispanica, d'Arch. et Vern.	La *T. Exquerra*, qui appartient comme la *T. hispanica* au groupe remarquable des *concentricæ*, se trouve à Nehou, dans les mêmes couches qu'en Espagne.	Viré. *Sabero et Ferrones en Espagne.*
— *undata*, Defr....	.....	Brûlon, Chassegrain, Izé, Argentré, rade de Brest, Nehou. *Sierra-Morena.*
— *scalprum?* Roemer.	Plus allongée que la véritable *T. scalprum*. Dans l'état où sont nos échantillons, il est difficile de s'assurer si le crochet est perforé comme cela a lieu toujours, et d'une manière très visible, dans la *T. scalprum*.	Viré, le Coudray, Izé. *Eifel.*
— *Archiaci*, Vern..	.....	Joué, Chassegrain, Viré, Argentré, Nehou. *Bords du Rhin, Sabero en Espagne.*
— *reticularis*, Linné, sp.	.....	Viré, Loué, Brûlon, les Courtoisières, Izé, Gahard, Brest, Nehou, Ferques. *Eifel, Angleterre, Espagne, Amérique, Bohême*, etc.
— *Eucharis*, Barr.	Nos échantillons forment une variété légèrement différente de l'espèce de Bohême par sa forme plus globuleuse et par ses plis qui disparaissent avant d'atteindre le crochet.	Viré, Saint-Jean-sur-Mayenne, Nehou. *Bohême.*
— *subwilsoni*, d'Orb.	Plus arrondie que la *T. princeps*, Barr., elle a les plis plus fins et plus nombreux que la *T. Wilsoni*. On en compte neuf à dix dans le sinus et quinze ou seize de chaque côté. Il existe dans la Sarthe une variété allongée qui se distingue difficilement de la *T. princeps*.	Viré, Brûlon, Joué, le Coudray, Chassegrain, Saint-Jean-sur-Mayenne, la Baconnière, Izé, la rade de Brest, Nehou. *Bords du Rhin.*
— *prominula*, Roemer.	Très voisine de la *T. Adrieni* d'Espagne.	Viré, le Coudray, Joué, Nehou. *Eifel.*
— *Haidingeri?* Barr.	C'est avec doute que nous rapportons à cette espèce la Térébratule de nos terrains, à cause de son crochet largement perforé.	Le Coudray. *Bohême.*
— *Guerangeri*, Vern	Ornée de vingt-deux à vingt-quatre plis simples; crochet entier; ouverture sous le crochet; valve ventrale assez plate.	Viré, Saint-Ceneré, la Baconnière, Izé, Nehou.
— *Pareti*, Vern...	Cette espèce est très voisine de la *T. pseudolivonica*, Barr., qui, selon cet auteur, n'est qu'une variété de sa *T. nympha*. Elle en diffère ce-	Viré, Brûlon, Joué, Nehou. *Asturies, Sabero dans les montagnes de Léon.*

GENRES ET ESPÈCES.	CITATIONS ET OBSERVATIONS.	LOCALITÉS.
	pendant par son sinus plus étroit et dépourvu de plis sur ses talus. Elle est aussi très voisine de la *T. Daleidensis* de la grauwacke de l'Eifel.	
Terebratula crispata? Sow.	Nous avons des échantillons qui ne diffèrent pas sensiblement de cette espèce silurienne.	Viré. *Angleterre.*
— *lepida*, Goldf...	.....	Viré, le Coudray, Joué, Gahard, Sablé. *Eifel.*
Pentamerus galeatus? Dalm., sp.	M. Barrande a observé que, dans le système silurien, la plupart des échantillons offrent de fines stries transverses qu'on voit bien rarement dans ceux du système dévonien.	Viré, le Coudray, les Courtoisières, Saint-Ceneré, Nehou. *Espagne, Eifel, Dudley, Gothland.*
— *globus*, Bronn...	.....	Le Coudray. *Eifel, Espagne.*
Spirifer Rousseau, Rouault.	Voisin du *S. subspeciosus*, Vern.....	La Baconnière, Viré, Gahard.
— *macropterus*, Goldf.	.....	Joué, Argentré, rade de Brest. *Bords du Rhin.*
— *cultrijugatus*, Roemer.	(Collection de M. Guéranger).....	Chassegrain. *Eifel, Amérique du Nord.*
— *Trigeri*, Vern...	Voisin du *S. Verneuili*. Les plis sont moins fins; on en compte quatre à cinq au sinus et quinze à seize sur les côtés.	Brûlon, les Courtoisières, Chassegrain. *Sabero en Espagne.*
— *Davousti*, Vern..	Espèce remarquable en ce qu'elle est couverte de stries très fines comme certaines espèces siluriennes. Elle est très voisine du *S. togatus*, Barr., et ne s'en distingue que par l'absence de ces expansions lamelliformes qui, dans le *S. togatus* comme dans la *Terebratula Roissyi*, forment une auréole autour de la coquille.	Viré, Brûlon, Nehou.
— *heteroclitus*, Defr.	.....	Viré, le Coudray, Izé, Gahard. *Eifel, Devonshire, Asturies.*
Orthis devonica, d'Orb.	Syn., *Orthis crenistria*, variété *devonica*, Keys.	Viré, les Courtoisières, St-Jean-sur-Mayenne, Izé, Ferques. *Russie, Perse, Asturies.*
— *striatula*, Schloth.	.....	Viré, Joué, Argentré, Ferques. *Eifel, Espagne, Russie, Perse.*
— *Beaumonti*, Vern.	.....	Chassegrain, Izé, la Baconnière, Nehou. *Sabero en Espagne, bords du Rhin.*

GENRES ET ESPÈCES.	CITATIONS ET OBSERVATIONS.	LOCALITÉS.
Orthis orbicularis, d'Arch. et Vern.	.....	Viré, Nehou. *Sabero et Ferrones en Espagne.*
— *Gervillei*, Barr..	.....	Viré, Nehou. *Bohême, Sabero en Espagne.*
— Id.....	Variété à stries plus fines.....	Viré. *Sabero.*
— *Trigeri*, Vern...	Très voisine de l'*O. tetragona*, Roemer, et de l'*O. occlusa*, Barr. Elle se distingue de la première, qui est dévonienne, par sa forme plus bombée et l'absence presque totale de sinus sur la valve ventrale, et de la seconde, qui est silurienne, par ses plis fins et non fasciculés.	Brûlon, Viré, Loué, Nehou.
— *Michelini*, Loveillé.	Variété à stries plus fortes que l'espèce des couches carbonifères. Elle est identique avec celle qu'on trouve en Amérique dans le *Hamilton group*, qui fait partie du système dévonien. Elle existe aussi en Espagne.	Viré, Joué, la Cormerie, Loué, Chassegrain, Gahard, Argentré. *Etat de New-York, Sabero, Espagne, Eifel.*
Leptæna Murchisoni, d'Arch. et Vern.	Grande espèce ornée de côtes et de stries fines placées sur les côtes et dans les sillons.	Argentré, Joué, Chassegrain, Nehou, Izé. *Bords du Rhin, Sabero et Ferrones en Espagne.*
— Id.....	Variété petite dont les côtes sont plus nombreuses et où l'on ne voit de fines stries que sur les parties latérales. Si cette absence est réelle et n'est pas l'effet de l'état de fossilisation, on en pourra faire une espèce.	Viré, Joué, Argentré, Nehou. *Sierra-Morena.*
— *Sedgwicki*, d'Archiac et Vern.	.....	Viré, Brûlon, la Baconnière, Izé, Nehou. *Bords du Rhin.*
— *Bohemica*, Barr..	.....	Viré. *Bohême.*
— *Phillipsi*, Barr..	Les jeunes individus de cette espèce ne se distinguent de la *L. interstrialis*, Phill., que par la forme de la valve ventrale qui est concave, tandis que, selon M. Phillips, elle est plate dans la *L. interstrialis*.	Viré, Joué, la Cormerie, Loué, les Courtoisières, Gahard. *Eifel, Bohême.*
— *Davousti*, Vern..	Cette espèce a quelque rapport avec la *L. convoluta*, Barr., de Bohême, mais elle est moins transverse, offre trente à trente-six plis rayonnants au lieu de vingt-cinq, et ces plis ne sont pas eux-mêmes striés. La *L. Davousti* a la forme générale d'un *Productus*, moins prononcée cependant que la *L. convoluta*, dont le crochet est plus saillant et plus recourbé.	Les Courtoisières.

GENRES ET ESPÈCES.	CITATIONS ET OBSERVATIONS.	LOCALITÉS.
Leptæna clausa, Vern.	Espèce ornée de stries fines et serrées; pas de fente triangulaire ni de deltidium visible au milieu de l'aréa. C'est un caractère déjà observé sur la *L. Naranjoana*, Vern., de l'Espagne, et sur une autre *Leptæna* de Ferques, près Boulogne.	Viré.
— *depressa*, Sow...	.....	Viré, Nehou, Ferques. *Eifel*, *Sabero en Espagne.*
— *Bouei*, Barr....	.....	Brûlon, Joué, Chassegrain, Nehou. *Bohême.*
Chonetes minuta? Buch., sp.	.....	Les Courtoisières. *Eifel.*
— *sarcinulata*, Schloth., sp.	Kon. Monog. des Prod., pl. 20, f. 15.	Brûlon, St-Jean-sur-Mayenne, St-Ouen-en-Champagne, Vern, la Baconnière, Izé, la rade de Brest. *Bords du Rhin.*
— *Boblayei*, Vern..	Très petite coquille avec quatorze à quinze côtes simples et saillantes, et voisine du *L. embryo*, Barr., dont elle diffère par la dimension plus grande de ses côtes.	Viré, Brûlon, Joué.
Orbicella.....	(Collection de M. Guéranger).....	Les Courtoisières.
Platycrinus.....	Espèce assez rapprochée du *P. granulatus*, Mill.	Viré, Loué.
Genre nouveau de Crinoïdes.	.....	Mareil.
Crinoïdes.....	Plusieurs espèces de tiges.	
Heliolites interstincta (1), Miln. Edw. et J. Haime.	Polyp. paléozoïques; *Astrea porosa*, Hisinger, Lethæa suecica, pl. 28, fig. 2.	Viré, Nehou. *Terrain silurien de l'Angleterre et de la Suède.*
—*Murchisoni*, Miln. Edw. et J. Haime.	Polyp. paléoz.; Parkinson, Org. rem., t. II, pl. 7, fig. 10.	Viré. *Terrain silurien de l'Angleterre et de la Suède.*
Favosites Goldfussi, d'Orb.	Prod. de paléont., t. I, p. 107; *Calamopora gothlandica*, Goldf., Petref., t. I, pl. 27, fig. 3 *b* et 3 *c* (*cæt. excl.*).	Viré, Nehou. *Eifel*, *Hartz*, *Serebrianka dans l'Oural*, *Léon en Espagne*, *Devonshire*, *Amérique du Nord*, *Nouvelle-Galles du Sud.*
— *polymorpha*, Goldf.	Petref., t. I, pl. 27, fig. 2 *b*, 2 *c*, 2 *d*, et 3 *b*, 3 *c* (*cæt. excl.*).	Viré, Nehou. *Eifel*, *Espagne.*
— *cornigera*, d'Orb.	*Calamopora polymorpha* (*in parte*), Goldf., pl. 27, fig. 3 *a*, 4 *a*, 4 *b*, 4 *c*.	Viré. *Asturies*, *Eifel*, *Hartz.*

(1) Cette partie du catalogue concernant les polypiers fossiles est due aux soins de notre collègue M. Jules Haime.

GENRES ET ESPÈCES	CITATIONS ET OBSERVATIONS.	LOCALITÉS.
Favosites fibrosa, Lonsdale.	Sil. syst., pl. 15 bis, fig. 6.....	Viré. *Torquay, Devonshire, Hartz, Eifel, Ohio, et terrain silurien de l'Angleterre.*
— *dubia*, Miln.Edw. et J. Haime.	Polyp. paléoz.; *Calamopora polymorpha* (var. *gracilis*), Goldf., Petref., pl. 27, fig. 5.	Viré, Chassegrain près Joué, Ferques. *Bensberg, Chutes de l'Ohio.*
Michelinia geometrica, Miln. Edw. et J. Haime.	Polyp. paléoz., pl. 17, fig. 3.....	Viré, Loué.
Chætetes Torrubiæ, Vern. et J. Haime.	Bull. de la Soc. géol. de France, 2e sér., t. VII, p. 162; Milne Edw. et Jules Haime, Polyp. paléoz., pl. 20, fig. 5.	Viré, Ferques. *Eifel, Asturies.*
— *Trigeri*, Milne Edw. et J. Haime.	Polyp. paléoz., pl. 17, fig. 6.....	Brûlon.
— *Goldfussi*, Milne Edw. et J. Haime.	Polyp. paléoz.; *Ceriopora Goldfussi*, Michelin, Icon., pl. 48, fig. 9.	Viré, Ferques.
Beaumontia Guerangeri, Miln. Edw. et J. Haime.	Polyp. palæoz., pl. 17, fig. 1.....	Viré, Brûlon.
Aulopora cucullina, Michel.	Icon., pl. 48, fig. 5.....	Viré, Nehou, Ferques.
Amplexus annulatus, Vern. et J. Haime.	Bull. de la Soc. géol. de France, 2e sér., t. VII, p. 161.	Viré, Brûlon. *Espagne.*
Chonophyllum perfoliatum, Milne Edw. et J. Haime.	Polyp. paléoz.; *Cyathophyllum plicatum*, Goldf., Petref., t. I, pl. 18, fig. 5.	Brûlon. *Torquay et terrain silurien de Gothland.*
Cyathophyllum helianthoides, Goldf.	Petref., pl. 20, fig. 2.....	Joué. *Eifel, Torquay, Amérique du Nord.*
— *quadrigeminum*, Goldf.	Petref., pl. 19, fig. 1; *Columnaria sulcata*, Goldf., pl. 24, fig. 9.	Viré. *Eifel, Bensberg.*
Tentaculites.....	.....	Viré, Nehou.

Il résulte du tableau précédent que les couches dévoniennes du département de la Sarthe ont déjà fourni aux collections 88 espèces de fossiles, toutes contenues dans les étages 12 et 13 de notre coupe. Pour savoir à quel étage précis de la série paléozoïque ces couches doivent être rapportées, il est bon de les comparer avec celles des autres parties de l'Europe. C'est avec l'Espagne, et principalement avec les provinces de Léon et des Asturies et la Sierra-Morena, que les terrains de la péninsule occidentale de la France ont les plus grands rapports. Aussi trouvons-nous entre les dépôts dévoniens des deux pays 28 espèces communes, qui sont les suivantes : *Phacops latifrons*, *Dalmania callileles*, *Conocar-*

dium clathratum, *Terebratula hispanica*, *T. undata*, *T. concentrica*, *T. Ezquerra* (1), *T. reticularis*, *T. prominula* ou *T. Adrieni*, *T. Archiaci*, *T. Pareti*, *Pentamerus galeatus*, *P. globus*, *Spirifer cultrijugatus*, *S. heteroclitus*, *Orthis striatula*, *O. Beaumonti*, *O. Michelini*, *O. Gervillei*, *O. orbicularis*, *O. devonica*, *Leptæna Murchisoni*, *L. depressa*, *Favosites Goldfussi*, *F. polymorpha*, *F. cornigera*, *Chætetes Torrubiæ*, *Amplexus annulatus*.

Les contrées qui, après l'Espagne, offrent, au point de vue du terrain paléozoïque, le plus d'analogie avec l'ouest de la France, sont les bords du Rhin, l'Eifel et la Belgique. Le système dévonien de ces contrées se divise en plusieurs étages qui dans ces derniers temps ont été assez bien déterminés. C'est dans les deux étages inférieurs, c'est-à-dire dans la grauwacke et le calcaire de l'Eifel, que se rencontrent la plupart des espèces qui sont communes avec le système dévonien du département de la Sarthe. En effet, 9 espèces se trouvent à la fois dans la grauwacke ancienne de l'Eifel ou des bords du Rhin et dans les assises 12 et 13 de notre coupe, savoir : *Phacops latifrons*, *Terebratula Archiaci* (2), *Terebratula subwilsoni*, *Spirifer macropterus*, *Orthis Beaumonti*, *Orthis striatula*, *Leptæna Murchisoni*, *Leptæna Sedgwicki*, *Chonetes sarcinulata*. On peut y joindre d'un côté la *Leptæna laticosta*, Conr.; la *Grammysia Hamiltonensis*, la *Conularia Gervillei*, la *Terebratula strigiceps*, Roem., (*Atrypa elongata*, Conr.), et le *Pleurodyctium problematicum*, qui, bien qu'inconnus dans le département de la Sarthe, ont été trouvés à Gahard et à Nehou, dans un terrain tout à fait semblable, et de l'autre la *Dalmania sublaciniata* et la *Terebratula Pareti*, si voisines de la *Dalmania laciniata* et de la *Terebratula daleidensis* : ce qui ferait en tout 16 espèces.

Vingt-cinq espèces sont communes à nos couches du dépar-

(1) Cette espèce, qui n'a pas encore été trouvée dans la Sarthe, n'est pas très rare à Néhou.

(2) Cette espèce si caractéristique et trois des suivantes ont été découvertes cette année par M. de Koninck dans la grauwacke de l'Eifel.

tement de la Sarthe et au calcaire de l'Eifel proprement dit. Ce sont les suivantes : *Phacops latifrons*, *Nucula fornicata*, *Cunocardium clathratum*, *Terebratula concentrica*, *T. scalprum*, *T. reticularis*, *T. prominula*, *T. lepida*, *Pentamerus galeatus*, *P. globus*, *Spirifer cultrijugatus*, *S. heteroclitus*, *Orthis striatula*, *O. Michelini*, *Leptæna Philippsi*, *L. depressa*, *Chonetes minuta?* *Favosites Goldfussi*, *F. polymorpha*, *F. cornigera*, *F. fibrosa*, *F. dubia*, *Chætetes Torrubiæ*, *Cyathophyllum helianthoides*, *C. quadrigeminum*.

Il suit de là, comme nous l'avons dit, que toute la partie supérieure du système dévonien, c'est-à-dire les calcaires de Grundt dans le Hartz et les calcaires rouges à Goniatites, manque dans le département de la Sarthe, et que nous n'y avons que les équivalents de la partie inférieure. C'est ainsi qu'on peut expliquer la présence, dans nos étages 12 et 13, de quelques espèces que l'on rencontre ailleurs, et particulièrement en Bohême, dans la division supérieure du système silurien. Ainsi les *Bronteus Brongniarti*, *Capulus robustus*, *Terebratula Eucharis*, *T. reticularis*, *T. Haidingeri*, *Orthis Gervillei*, *Leptæna Bouei*, *L. bohemica* et *L. Philipsi*, se trouvent dans la Bohême et dans le département de la Sarthe. Quelques autres espèces, sans être tout à fait identiques, sont rapprochées les unes des autres et paraissent se représenter mutuellement dans les deux pays, bien que les terrains n'y soient pas les mêmes. C'est dans cette catégorie qu'il faudrait placer, par exemple, le *Capulus rostratus* et la *Terebratula pseudolivonica* de Bohême, si analogues à une espèce de *Capulus* inédite et à la *Terebratula Pareti* de notre pays. Parmi les polypiers dévoniens cités dans notre tableau, 4 espèces se trouvent aussi dans les couches siluriennes d'autres contrées. Ce sont : l'*Heliolites interstincta*, l'*H. Murchisoni*, la *Favosites fibrosa* et le *Chonophyllum perfoliatum*.

En terminant, M. de Verneuil présente comme l'un des résultats les plus importants de la coupe faite par la Société, d'avoir fixé la position relative de presque tous les étages fossilifères connus jusqu'ici dans la péninsule occidentale de la

France, et d'avoir prouvé que les terrains siluriens et dévoniens n'y ont pas leur complet développement, et manquent tous deux de leur partie supérieure. M. de Verneuil regrette que la Société n'ait pu prolonger sa course vers Evron, Montsurs et Andouiller; elle aurait vu avec intérêt les granites, qui se rattachent aux porphyres de Sillé-le-Guillaume, venir couper obliquement les diverses assises du système silurien inférieur, de telle sorte que toutes, depuis le n° 1 jusqu'au n° 9, se trouvent successivement en contact avec cette roche cristalline. C'est au reste ce que montre clairement la carte géologique de M. Triger, à laquelle on ne saurait donner trop d'éloges.

Avant de terminer le procès-verbal de la course du deuxième jour, qu'il me soit permis, au nom de la Société, de remercier M. Marc du bienveillant et cordial accueil avec lequel il nous a reçus chez lui à Sablé.

Troisième jour. — De Sablé-sur-Sarthe au Mans.

Le lendemain, la Société se propose surtout d'étudier les plissements si bizarres et si difficiles à démêler des terrains paléozoïques de Sablé et de ses environs. Elle se rend d'abord à la mine de Fercé, sur la route de Laval, au puits dit *puits Alexandre*. Dans ces mines, comme dans celles de Viré, la couche d'anthracite est au contact des roches dévoniennes et carbonifères; les fossiles des deux terrains ne peuvent laisser aucun doute sur ce point. Avant d'arriver au puits Alexandre, exclusivement destiné à retirer, au moyen d'une pompe puissante mue par la vapeur, l'eau de tous les travaux des galeries avoisinantes, les couches, contrairement à tout ce que nous avons observé jusqu'à présent, plongent du S.-O. vers le N.-E., d'abord sous un angle de 40, puis 50, 60 degrés, et arrivent bientôt à la verticale, de manière à présenter la couche d'anthracite sur la tranche à la surface du sol. Un des puits, voisin du puits Alexandre, a été creusé dans cette couche verticale. Mais bientôt, par le même effet qui a relevé ces couches, elles se sont trouvées renversées, et présentent ce phénomène

singulier et inexplicable au premier abord, de voir des couches carbonifères qui, plongeant alors du N.-E. au S.-O. sous un angle de 35 ou 40 degrés, sont recouvertes en stratification concordante par les terrains dévoniens avec tous leurs fossiles. Ce renversement que l'on peut aisément suivre, grâce aux recherches d'anthracite et aux nombreuses carrières de calcaire qui sont situées sur cette bande, est un phénomène qu'il est difficile, je crois, de pouvoir ailleurs et mieux suivre et mieux constater. Près du puits Alexandre, sous la couche d'anthracite, ou plutôt entre cette couche et les dernières assises du dévonien, se trouve une roche amphibolique altérée par un commencement de décomposition, que nous aurons occasion de retrouver aussi en contact avec la couche d'anthracite à Port-Étroit, sur la route de Sablé à Juigné. Près du même puits Alexandre, dans une carrière ouverte dans le carbonifère, dont les couches sont là déjà un peu renversées, un fait intéressant au point de vue de la paléontologie appliquée à la géologie a été remarqué par plusieurs des membres de la Société : c'est la position dans la roche des fossiles dont le centre de gravité est déterminé par la forme même de la coquille, tels que *Productus*, etc., où naturellement la valve bombée doit se trouver en bas : dans ces couches au contraire déjà un peu renversées, plusieurs *Productus* ont leur valve bombée en dessus. Ce fait, déjà signalé dans la science, et sur lequel M. de Verneuil a surtout appelé l'attention de la Société, est une application heureuse où la théorie se trouve démontrée par une observation directe.

Après avoir constaté l'identité des couches dévoniennes de Fercé avec celles observées près de Brûlon, et avoir vu en conctact avec les couches carbonifères les calcaires dévoniens et au-dessus les schistes et les grès dévoniens, la Société revient à Sablé pour se diriger ensuite vers le Mans, en passant par Juigné et Asnières.

De Sablé à Juigné, une route nouvelle longeant la rive droite de la Sarthe, et de nombreuses carrières de marbre ouvertes sur ses bords, semblent promettre au géologue une étude facile. Tout d'abord l'ensemble des couches est aisé à

saisir, et, comme la Société l'avait déjà reconnu dans sa réunion extraordinaire d'Angers, au mois de septembre 1841 :

« Le terrain carbonifère forme, à Sablé, l'extrémité d'une » cuvette bien marquée; au S., les couches dirigées de l'O. » 20 à 30 degrés N., comme l'ensemble des couches de tran- » sition, plongent au N. vers Sablé; elles se contournent » vers le N. et reviennent prendre, à Solesme et Juigné, leur » direction primitive en pendant au S. L'existence d'un » bassin est là parfaitement caractérisée. Les mêmes couches » se reproduisent inversement disposées et plongeant en sens » contraire; au milieu du bassin, dans l'endroit où le pli s'est » fait, elles sont violemment contournées et repliées sur elles- » mêmes. »

Ceci est parfaitement exact; mais si, ne nous bornant plus à examiner ces couches dans leur ensemble, nous entrons dans l'étude détaillée de chacune d'elles, de sérieuses difficultés se présentent, difficultés dont quelques unes ont été si habilement levées par notre vice-président et notre guide dans toutes ces courses, M. Triger, mais dont plusieurs restent encore sans solution (*voy.* pl. XI, fig. 2 et 3).

En partant de Sablé et nous dirigeant vers Juigné, nous trouvons d'abord, sous le château même de Sablé, une roche amphibolique, ensuite des grès quartzeux blanchâtres ou rougeâtres, contenant quelques fossiles correspondant au n° 12 de la coupe de Sillé-le-Guillaume à Sablé (*voy.* pl. XI, fig. 1), puis des calcaires avec fossiles dévoniens comme nous les avons déjà rencontrés aux mines de Fercé; mais ici ils ne sont point renversés et occupent leur position naturelle (n° 13 de la même coupe). Au-dessus vient, comme au puits Alexandre, une roche amphibolique en contact avec la couche principale d'anthracite et contenant des amygdaloïdes de carbonate de chaux; enfin, au-dessus de la couche d'anthracite exploitée, sont des grès schistoïdes de peu d'épaisseur (n° 14 de la même coupe) sur lesquels repose le calcaire carbonifère avec les fossiles dont nous avons donné précédemment la liste, grâce à l'obligeance de M. de Verneuil. Il porte dans la coupe le n° 15.

Si nous suivons la route qui longe la Sarthe, nous voyons

sur la tranche la couche n° 12 (fig. 2 et 3, planche XI) plongeant vers le N.-O. Quant aux couches n°s 13 et 14, nous les voyons au contraire, sur leurs faces, presque verticales et n'ayant que très peu d'épaisseur. Enfin, si nous entrons dans la carrière de Port-Étroit, nous voyons tout d'abord, et presque parallèle à la route, la couche d'anthracite verticale et réduite à quelques centimètres d'épaisseur, tandis que le calcaire carbonifère avec tous les fossiles qui caractérisent cet étage vient par sa tranche butter contre elle. A cent pas plus loin, au sortir de la carrière de Port-Étroit, se voit de nouveau, plongeant vers le N.-O., le calcaire dévonien avec le *Spirifer Rousseau*, la *Terebratula prisca*, la *T. concentrica*, etc., calcaire qu'avaient déjà reconnu depuis longtemps MM. d'Archiac et de Verneuil. Enfin, cent pas plus loin encore, se retrouve le calcaire carbonifère. Au premier abord, comment expliquer la présence de cette couche dévonienne au milieu de couches carbonifères et ayant à peu près la même inclinaison. M. Triger a fait voir comment un contournement pouvait en rendre raison. Un coup d'œil jeté sur le plan de la direction des couches à Port-Étroit le fera comprendre immédiatement (*voy.* fig. 2). Si nous ne voyons que les lignes pleines, tout nous semble bouleversé : si nous suivons au contraire les lignes ponctuées, chaque couche rentre à sa place et explique parfaitement l'apparence qu'elles présentent à celui qui ne fait que suivre la route.

Non loin de Port-Étroit, toujours dans la direction de Juigné, se trouve un endroit excessivement humide et dont les roches sont brisées dans tous les sens. C'est là qu'est le centre du plissement, car à gauche les roches dans leur ensemble plongent vers le N.-O., tandis qu'à droite elles sont toutes inclinées vers le S.-E. Après qu'on a passé cet endroit rempli de sources, le calcaire carbonifère se présente de nouveau sur la tranche et forme des plissements fort remarquables (*voy.* fig. 4).

Les roches plongent toutes maintenant jusqu'au pied du bourg de Juigné, vers le S.-E., et nous présentent la même succession de couches que celle déjà observée, mais dans l'ordre inverse : calcaire carbonifère très développé, amphibo-

lite avec amygdaloïdes de carbonate de chaux en contact avec la veine d'anthracite, la veine d'anthracite exploitée, des schistes noirâtres, des calcaires dévoniens avec fossiles, des grès puissants noirâtres, rougeâtres, blanchâtres, comme au sortir de Sablé ; toutes ces couches sont en stratification concordante.

Enfin, la Société arrive au pied du bourg de Juigné. Là une difficulté restée sans solution s'est présentée. Ce sont des terrains bouleversés, au pied desquels se reconnaît le dévonien par ses fossiles : il est en contact, mais en stratification discordante, avec les grès dont nous venons de parler en dernier lieu. Plus loin, en stratification discordante et sous un angle de 75 à 80 degrés, apparaissent des calcaires au milieu desquels se trouvent des couches contenant des silex et souvent un grand nombre de grains oolitiques. La présence de quelques grands *Productus* mal conservés a engagé M. de Verneuil à les rapporter au système carbonifère.

Sur la tranche de ces calcaires, et par conséquent en stratification discordante avec eux, repose le lias supérieur (*ét. toarcien*, d'Orb.), et dans plusieurs points même des lambeaux de lias moyen (*ét. liasien*, d'Orb.) qui, comme tous les terrains jurassiques du département, se trouvent, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, déposés horizontalement ou du moins en couches sensiblement telles. Nous rentrons dès lors sur les terrains jurassiques que nous remonterons dans l'ordre suivi de Milesse à Sillé-le-Guillaume, pour arriver ensuite de nouveau sur les terrains crétacés des environs du Mans.

De Juigné, la Société se rend à Asnières. Là se trouve, indépendamment du terrain carbonifère qui se voit sur la place à l'entrée de l'ancien pont et dans les carrières du Jardin Anglais (terrain qui doit être rapporté au n° 16, dans la coupe de Sillé-le-Guillaume à Sablé, fig. 1), un lambeau de lias moyen en contact avec lui, et au-dessus le lias supérieur et l'oolite inférieure (*ét. bajocien*, d'Orb.). Le lias supérieur se reconnaît facilement à ses argiles alternant avec des bancs de calcaire bleuâtre ou jaunâtre, au milieu desquels se trouve un nombre prodigieux de *Belemnites*, les *Ammonites bifrons*, *A. serpentinus*, *A. Holandrei*, etc. L'oolite inférieure, quoique en

stratification concordante, se distingue nettement de l'étage sur lequel elle repose, par son aspect tout différent, tant minéralogiquement que paléontologiquement. Le calcaire est blanchâtre, souvent magnésien, quelquefois oolitique, et nous représente assez bien ces couches que nous avons observées au Gibet, entre Conlie et Sillé-le-Guillaume. Très souvent les bancs calcaires sont séparés par des lits de silex ayant beaucoup de rapport avec les silex de la craie, et présentant comme eux, tantôt des couches continues peu épaisses, mais se répétant un certain nombre de fois assez régulièrement, tantôt seulement des lits de nodules séparés. Comme dans la craie aussi, ces silex empâtent fréquemment des fossiles. La Société passe rapidement sur ces faits, afin d'avoir le temps de visiter l'intéressante collection de M. l'abbé Davoust, curé d'Asnières, collection formée exclusivement d'objets recueillis dans le département de la Sarthe ou de la Mayenne.

Si la Société eût eu plus de temps, elle aurait pu voir de nouveau les terrains oolitiques contestés se présenter avec le même aspect qu'à Conlie, et faire, en partant d'Asnières et en allant à Avoise et Guéret ou à Chantenay et à Saint-Pierre-des-Bois, une course semblable à celle qu'elle avait faite de la Jonnelière au Gibet, sur la route de Conlie à Sillé-le-Guillaume; mais l'heure avancée ne lui permet de s'arrêter nulle part. Elle se borne à constater de distance en distance l'identité des terrains qu'elle rencontre avec ceux qu'elle a déjà vus l'avant-veille.

Résumant en peu de mots les faits géologiques que la Société a observés pendant ces trois jours, nous voyons que la chaîne des Coëvrons, formée de roches granitiques, est postérieure aux terrains paléozoïques, qui tous, lorsqu'ils sont dans leur position normale, viennent s'appuyer sur elle sous un angle généralement assez considérable. Les terrains paléozoïques, observés seulement sur le versant S. de la chaîne des Coëvrons, ont été retrouvés identiquement les mêmes sur le versant N. regardant la Normandie, et s'appuyant également sur les granites, preuve incontestable qu'avant l'apparition des roches cristallines, ils ne formaient qu'une même

couche. Si les Coëvrons sont postérieurs aux terrains paléozoïques, leur apparition est antérieure aux terrains jurassiques, du moins au lias moyen; car toutes les couches de ces terrains viennent butter soit contre les terrains paléozoïques, comme au Gibet et à Crissé, près Sillé-le-Guillaume, soit même contre le granite, comme à Saint-Remy, également près Sillé. Cette chaîne des Coëvrons ayant donc formé un rivage des mers jurassiques, et les niveaux ayant peu changé durant les diverses périodes de cette époque, il s'ensuit que le département de la Sarthe voit affleurer quatre ou cinq étages des terrains jurassiques, venant tous se recouvrir comme les tuiles d'un toit, et qui ont été ou des rivages ou des mers peu profondes. De là vient le grand nombre de fossiles que l'on trouve presque partout, et que la Société a pu voir, soit dans les collections publiques, soit dans les collections particulières des amateurs du département.

Mais les terrains jurassiques ne sont pas les seuls que possède la Sarthe : les terrains crétacés s'y montrent aussi avec un développement considérable. Le grès vert du Mans est depuis longtemps déjà connu et renommé pour le nombre et la belle conservation de ses fossiles. Il semble qu'un exhaussement graduel des terrains jurassiques ou le retrait successif des mers ait eu lieu pendant toute la période jurassique et crétacée ; car ces deux terrains n'offrent pas au premier abord une stratification discordante; et si cependant on ne peut s'empêcher de l'admettre, c'est qu'on trouve les mêmes couches crétacées reposant tantôt sur les marnes d'Oxford, tantôt sur le coral-rag, tantôt sur un autre étage jurassique.

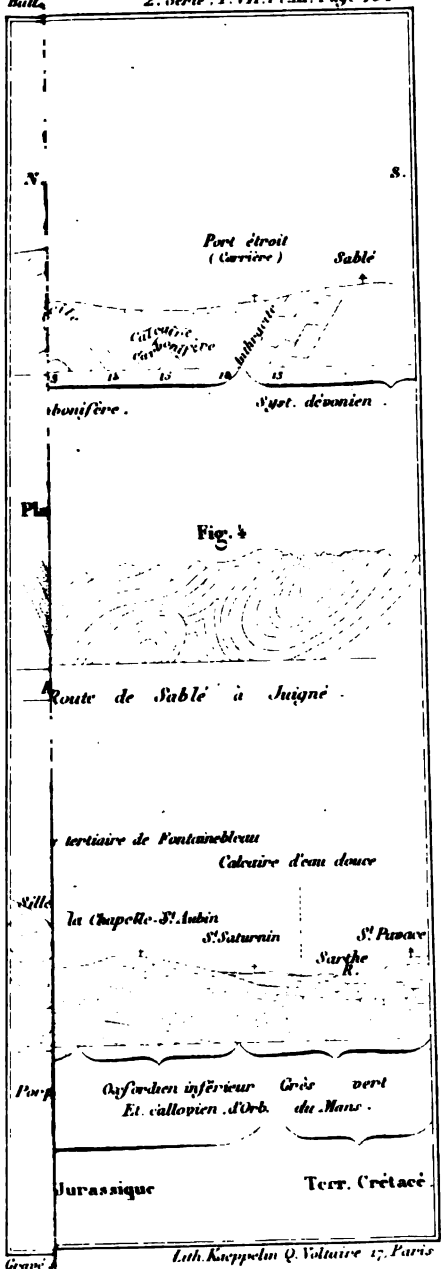
Enfin, sur un point peu éloigné du Mans, à la Chapelle-Saint-Aubin, la Société a vu des grès sans fossiles, ou seulement avec des empreintes végétales qu'elle a cru pouvoir rapporter au grès de Fontainebleau, puis, au centre, un petit bassin de formation d'eau douce. Des bassins semblables de formation lacustre ne sont pas rares dans le département; on en trouve à Chantenay, à Tassé, etc.

En terminant, M. de Lorière signale des ossements fossiles qu'il a trouvés avec M. Desnoyers près des grottes de Saulges,

département de la Mayenne. Ces grottes naturelles sont creusées dans un calcaire qu'on ne saurait dire être, quant à présent, dévonien ou carbonifère. La présence d'ossements dans les cavernes de Saint-Pierre-de-la-Cour, limitrophe du département de la Sarthe, ainsi que de la Cropte, dans le département de la Mayenne, avait déjà été signalée par M. Blavier, dans son *Essai statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne.*

Coupe de Sillé-le-Guillaume à Sablé (pl. XI, fig. 1).

Nos 1. Grès blanchâtre feldspathique (arkose).
2. Calcaire siliceux, légèrement magnésien, sans fossiles, intercalé dans des schistes.
3. Schistes argileux.
4. Calcaire magnésien, passant à la véritable dolomie, de Rouessé-Vassé et de Fresnay-le-Vicomte.
5. Bande étroite de conglomérat à base de schistes talqueux.
6. Schistes argileux très développés, formant une bande d'environ 3 ou 4 kilomètres de large (schiste tabulaire, schiste en aiguilles).
7. Schistes ardoisiers, à *Calymene Tristani*, de Parennes, de Saint-Léonard et de Saint-Germain-de-Coulamer.
8. Poudingue formé de galets de quartz blanc.
9. Grès et schistes avec plusieurs couches d'ampélite contenant des Graptolites.
10. Grès ferrifère rouge, analogue au grès de May en Normandie. On n'y a pas encore trouvé de fossiles.
11. Schistes avec ampélite et nodules calcaires, contenant la *Cardiola interrupta*, l'*Orthoceratites pelagium* et des Graptolites. (Saint-Jean-sur-Erve, Saint-Germain-de-Loquenay.)
12. Grès blanchâtre, quartzeux, avec empreintes de fossiles dévoniens, tels que *Dalmania callitelcs*, *Homalonotus Gervillei*, *Orthis*, etc. (Saint-Symphorien, Brûlon, Viré, Saint-Pierre-sur-Erve, Saint-Cenerè.)
13. Schistes et calcaires de Brûlon, Viré, Joué, les Courtoisières, Loué, Saint-Pierre-sur-Erve, etc., remplis de fossiles dévoniens.
14. Grès, schistes et anthracite exploité à Solesme, Sablé et Fercé.
15. Calcaire carbonifère avec *Productus giganteus*, *Chonetes comoides*, etc Sablé, Fercé, Poillé, La Bazouge, Argentré, Louverné, Saint-Ouen, etc.
16. Schistes et anthracites d'Asnières, Poillé, Monfrou, La Bazouge, etc.



Lith. Kaeppelin Q. Voltaire 17. Paris

M. l'abbé Bourgeois lit la note suivante :

Note sur une brèche osseuse trouvée à Vallières-les-Grandes (Loir-et-Cher), par M. l'abbé Bourgeois.

La brèche osseuse de Vallières est située dans le vallon de la Maze, petite rivière qui coule du N.-E. au S.-O., parallèlement à la Loire, dont elle n'est éloignée que de quatre kilomètres.

Je l'ai rencontrée sur la rive droite, à sept mètres au-dessus du niveau ordinaire des eaux, et à vingt-cinq mètres au-dessous du sommet de la colline, dans une roche calcaire, assez compacte, appartenant à la craie blanche inférieure (*sénonien inférieur* de M. Alc. d'Orbigny). L'*Ostrea vesicularis* et divers zoophytes se montrent si nombreux dans ce terrain, que la pierre en paraît totalement pétrie.

La brèche osseuse de Vallières paraît consister en un filon qui se dirige horizontalement dans le même sens que la colline.

La longueur de ce filon ne m'est connue que sur un espace de sept mètres environ, parce que la tranchée ouverte pour l'exploitation de la carrière n'a pas une plus grande étendue. L'extrémité N.-O., mise à découvert, se termine par une forme arrondie ; mais du côté du N.-E. le filon paraît plonger sous les terres éboulées qui recouvrent les flancs du coteau. Sa puissance est de un mètre soixante centimètres, et sa largeur moyenne de huit mètres.

Du filon principal partent plusieurs petits filons qui se dirigent dans des sens opposés et se prolongent en conservant le même caractère jusqu'à des distances inconnues; la plupart ont à peine un décimètre de diamètre.

Mais vers l'extrémité N.-E., à l'endroit où le filon principal paraît plonger sous les éboulis de la colline, on remarque un filon vertical plus considérable. Ce filon, dont le diamètre est de quatre-vingt-dix centimètres au point de jonction, et d'un mètre environ vers la partie supérieure, communique avec la terre végétale du sol extérieur. La matière qui compose le filon principal est disposée par couches légères dont la nature minéralogique n'est pas la même.

La partie inférieure est généralement formée de marne argileuse renfermant de petits nids d'une substance très blanche qui semble due à la décomposition des corps organiques.

La partie moyenne est une argile jaunâtre, schisteuse, happant à la langue.

La partie supérieure est un limon sableux où l'on rencontre çà et là quelques galets quartzeux avec des débris fragmentaires appartenant à la roche. Quelques uns des cailloux roulés, parfaitement arrondis, sont tout à fait analogues à ceux que l'on rencontre dans l'alluvion ancienne du lit de la Loire.

Le filon vertical, qui communique avec l'extérieur, est formé d'un limon noir, mélangé de sable et de terre végétale dans la partie inférieure, et de terre végétale pure dans la partie supérieure.

C'est au milieu de ces matières que se trouvaient entassés les nombreux ossements que j'ai recueillis.

La partie inférieure, c'est-à-dire la marne argileuse, est la plus riche en débris organiques; c'est là aussi qu'on rencontre les ossements les plus volumineux. La partie moyenne, formée d'argile, est la plus stérile. La partie supérieure ou sableuse contient peu d'ossements d'une grande dimension; mais presque partout elle présente une quantité considérable de petits ossements.

Le filon vertical, qui semble moulé dans l'ouverture par laquelle tous ces ossements ont été introduits de haut en bas dans une cavité préexistante, ne renferme pas de débris organiques, sinon dans la partie qui confine au filon principal.

Tous ces ossements ont été profondément altérés dans leur nature intime, plusieurs même sont décomposés, réduits à l'état de poussière, mais il en est aussi un grand nombre dont les formes extérieures sont parfaitement conservées. J'ai été assez heureux pour me procurer des mâchoires de Carnivores et de Ruminants qui sont demeurées dans presque toute leur intégrité. Quelques uns de ces ossements paraissent avoir été roulés, mais la plupart ne présentent pas de marque d'érosion.

Voici la liste des espèces que j'ai recueillies.

Carnassiers. — Hyène (*Hyæna spelæa*, Goldf.) assez commune; un grand *Felis* (Tigre ou Lion); Chien ou Loup (*Canis spelæus*, Goldf.), rare; Renard (*Canis vulpinaris?*, Goldf.), rare; Blaireau (*Meles fossilis*, Munst.), rare; Belette ou Putois (*Mustela* très voisine du *Mustela putorius*, Linn.), rare.

Rongeurs. — Ossements, dents molaires et incisives de Campagnols, assez rares.

Solipèdes. — Cheval (*Equus adamiticus*, Schloth., *Equus fossilis*, Meyen.), très commun.

Pachydermes. — Rhinocéros (*Rhinoceros tichorhinus*, Cuv.), très rare; Cochon (*Sus fossilis*, Goldf.), assez rare.

Ruminants. — Bœuf (*Bos primigenius*, Cuv.), très commun; Cerf, deux espèces; Cerf à bois gigantesque dont la taille devait égaler

celle de nos plus grands chevaux (*Cervus megaceras*); une autre espèce plus petite

Outre ces ossements de mammifères, j'ai rencontré de nombreux ossements de petits Batraciens, des écailles, des vertèbres et des mâchoires de Poissons qui, selon M. Valenciennes, sont très voisins des Erythrins.

La présence des Poissons dans les brèches osseuses est, ce me semble, un fait très rare, sinon entièrement nouveau. M. Desnoyers, dans son savant travail sur les cavernes et les brèches, ne cite pas les Poissons comme faisant partie de cette faune.

J'ai trouvé aussi mêlées très intimement à tous ces ossements des coquilles terrestres qui vivent encore dans la localité. Les plus communes sont : *Helix lapicida*, *Helix nemoralis*, *Cyclostoma elegans*.

Voici, messieurs, les faits tels que je les ai scrupuleusement observés; je vous en abandonne l'appréciation.

La séance est levée à dix heures.

Séance du 31 *août* 1850.

La séance est ouverte à huit heures du soir dans la salle de l'hôtel de ville du Mans.

M. Bertrand-Geslin, président, occupe le fauteuil.

Après la lecture et l'adoption du procès-verbal de la séance précédente, M. Triger résume en peu de mots les faits que la Société a observés dans les environs du Mans le 30, et à Chauffour le 31 août.

Sans entrer dans de grands détails sur les différentes couches des *grès verts* des environs du Mans, détails qui font l'objet d'un mémoire spécial présenté par M. Guéranger, il rappelle les points principaux qui ont attiré l'attention de la Société.

Dans la première carrière, à gauche en sortant de la ville par la route de Paris, le même accident géologique que celui que la Société avait déjà remarqué dans les sables tertiaires près Milesse, c'est-à-dire ces sortes de bancs en stratification dis-

cordante et qu'on ne peut attribuer à un soulèvement, s'est présenté là de nouveau sur une assez vaste échelle. Au milieu de ces couches se trouvent des nodules formés de sables agglutinés par un ciment calcaire qui, lorsqu'ils sont sciés par la moitié, présentent un grand nombre de couches concentriques. Ces couches, séparées entre elles par une couleur ferrugineuse plus intense que celle qui colore la pierre, simulent assez bien un tronc d'arbre que l'on aurait scié plus ou moins perpendiculairement à son axe. Ces sables possèdent peu de fossiles.

Plus loin, au contraire, sur la même route, à l'immense carrière de la Butte et à celle des Caves, sur la gauche de la tranchée ouverte pour le chemin de fer, la Société a pu recueillir en grand nombre ces beaux fossiles de l'*étage cénomanien* de M. Alc. d'Orbigny. A la carrière du Luart, près de la carrière des Caves, toujours sur la route de Paris, mais plus à gauche, la Société a vu, comme dans la course de Ballon, près de Courcemont, la craie tuffeau (*ét. turonien* de M. Alc. d'Orbigny) reposer sur le *grès vert* du Mans (*ét. cénomanien* du même auteur). Tels sont les points principaux visités dans la course du 30 août.

Aujourd'hui 31, la Société s'est rendue à Chauffour sur la partie inférieure des *marnes d'Oxford* (*ét. callovien* de M. Alc. d'Orbigny), dans le but principal de recueillir elle-même les fossiles de cette localité si souvent citée dans les savants ouvrages soit de M. Agassiz, soit de M. Alc. d'Orbigny. Son intention était de visiter ensuite les localités environnantes : mais un accident, qui heureusement n'a pas eu de suite fâcheuse, a forcé la Société à borner là ses recherches et à revenir directement au Mans.

M. Sæmann a la parole et présente la note suivante :

Note sur la glauconie crayeuse comme engrais, par M. Sæmann.

Messieurs,

J'ai l'honneur de présenter, sur l'utilité de la glauconie comme engrais, quelques observations qui, quoiqu'elles ne soient pas nou-

velles, méritent d'être signalées à l'attention des cultivateurs de ce pays. M. Triger, dans ses communications précédentes, a plusieurs fois fait mention de l'emploi de la glauconie inférieure et de la craie tuffeau comme amendement. Il paraît partager l'opinion générale des agriculteurs qui croient qu'il n'y a que la partie calcaire, le carbonate de chaux, qui puisse agir d'une manière sensible sur la fertilité des champs. Or, d'après les recherches que vient de faire un savant distingué de la Saxe, M. Geinitz, et qui ont été couronnées et publiées par une société savante de Leipzig, il paraît que la glauconie elle-même, c'est-à-dire le silicate de fer qui donne la couleur verte aux sables du terrain crétacé, contient une certaine quantité d'alcalis qui favorisent la végétation.

N'ayant pas à ma disposition l'ouvrage dont je parle, il m'est impossible de présenter un résumé exact des analyses et des recherches auxquelles M. Geinitz s'est livré. Je suis donc obligé de donner, d'une manière générale, le résultat ou plutôt la théorie qui s'y applique.

La craie tuffeau et la glauconie calcaire, par le carbonate de chaux qu'elles renferment, ont une action double. La première est toute chimique, en neutralisant dans les fonds marécageux les acides produits par la décomposition de végétaux ou de substances minérales, surtout de pyrites de fer. Dans ces circonstances, l'action des marnes est la plus énergique, la plus visible et la moins douteuse.

Une seconde application des marnes calcaires est celle qui peut en être faite aux sols argileux, humides, froids; ils seront améliorés surtout par la craie tuffeau qui en amoindrira la ténacité et les rendra plus accessibles aux agents atmosphériques; ce n'est donc ici qu'une action mécanique dépendante des propriétés physiques du carbonate de chaux.

Une autre action des marnes est encore chimique : elle consiste dans la dissolution et la décomposition des substances organisées, peut-être des sels d'ammoniaque qui sont destinés à être assimilés immédiatement par les organes végétaux. La chaux entre aussi dans la composition de la plupart des plantes; mais c'est en quantité si minime que, dans un pays comme le vôtre, qui est couvert de roches plus ou moins calcaires, il ne sera guère nécessaire d'employer des moyens artificiels pour en augmenter la quantité.

D'après ce que je viens de dire, il paraîtrait que le carbonate de chaux prend part à la préparation de la nourriture des végétaux,

et qu'il suffirait presque pour la production des plantes fourragères et autres destinées surtout à la nourriture des bestiaux, telles que le trèfle, les pommes de terre, etc. ; tandis que pour la production des céréales, telles que blé, avoine, orge, il ne saurait suffire, puisqu'il faut à ces plantes de la silice, qui ne peut être dissoute que par des alcalis.

A l'ordinaire, ce sont les parties feldspathiques du sol et le fumier qui fournissent cet alcali, mais la glauconie contenant plusieurs pour cent de cette substance, elle pourra remplacer avantageusement le feldspath, et bien que ses effets ne soient pas aussi immédiats, aussi visibles, que ceux des marnes calcaires dans le premier des cas dont je viens de parler, elle fournira néanmoins un supplément d'engrais d'autant plus précieux qu'il est plus difficile de se procurer les engrais alcalifères sous d'autres formes, à des prix proportionnés aux profits qu'on en tire.

Je me résume en peu de mots : la craie tuffeau et la glauconie crayeuse contenant du carbonate de chaux, toutes les deux pourront se remplacer mutuellement quand il ne s'agit que des effets à produire par cette substance ; cependant la craie tuffeau, en contenant d'ordinaire davantage, sera préférable. Dans ce cas, le plus grand effet sera produit sur les plantes destinées à la nourriture des bestiaux, telles que le trèfle, les pommes de terre, etc. Pour les céréales, au contraire, ce sera la glauconie qui sera préférable, à un tel point que, même sur un sol calcaire, où toute nouvelle addition de marnes serait inutile, la glauconie apportera encore un élément précieux pour la production des grains.

M. Guéranger a ensuite la parole pour la lecture d'une note sur la stratification de l'étage cénomanien dans les environs du Mans.

Étude paléontologique sur la stratification du terrain cénomanien des environs du Mans, par M. Ed. Guéranger.

En recherchant les nombreux fossiles que j'ai recueillis dans le terrain cénomanien, j'ai remarqué que la présence ou même l'abondance de certaines espèces, occupant toujours les mêmes zones géologiques de cet étage, étaient susceptibles de caractériser des strates particuliers. C'est ce fait que je me propose de développer sans chercher à lui donner plus de valeur qu'il n'en mérite, et en

me bornant aujourd'hui à l'envisager simplement comme une indication dans les recherches paléontologiques.

Je divise l'étage cénomanien en quinze strates caractérisés de la manière suivante, par ordre de superposition, en partant des plus supérieurs.

Premier strate. — Argile, jaunâtre ou rougeâtre, ou même quelquefois verdâtre, suivant que le fer s'y trouve à l'état de silicate ou d'oxyde plus ou moins avancé. Ce dépôt est placé immédiatement au-dessous de la craie tuffeau que je considère comme la partie la plus inférieure de l'étage turonien de M. d'Orbigny.

Au point de vue paléontologique, il se distingue par la présence de l'*Ostrea lateralis*, de l'*Ostrea carinata*, variété d'une très grande dimension, et d'une autre petite *Ostrea* voisine pour la forme de l'*Ostrea vesiculosa*, mais s'en écartant par ses dimensions toujours très petites.

Ce terrain se rencontre dans nos environs : à la carrière des Perrais, où il est exploité pour faire de la brique; aux Fontaines-d'Isaac; au delà de Coulaines, sur la nouvelle route de Neuville. Dans ces deux dernières localités, il se trouve accompagné d'un terrain blanc, tantôt compacte, tantôt pulvérulent, caractérisé par le *Dentalium deforme*, la *Terebratula phaseolina*, confondue dans la *Paléontologie française* avec la *Terebratula biplicata*, et la *Terebratula pectita*. Je ne sais, quant à présent, si ce dernier terrain doit être compris dans le cénomanien ou dans le turonien; il participe de l'un et de l'autre par sa place, par la forme des espèces de sa faune et par sa composition minéralogique. Du reste, il ne s'est encore présenté aux environs du Mans que dans des accidents de terrain assez peu développés; c'est ce qui m'a empêché de l'étudier convenablement.

Deuxième strate. — Sable maigre, jaunâtre, à grains fins et micacés, caractérisé par la présence du *Catopygus carinatus*. Je ne connais ce strate en place qu'aux Perrais, où il a environ un mètre de puissance; il a été recouvert l'an dernier par les remblais du chemin. J'ai des motifs de croire qu'il existe à La Flèche et à Tuffé, d'où j'ai reçu ce même *Catopygus carinatus* avec quelques autres fossiles appartenant aux terrains qui, au Mans, se trouvent en contact avec lui.

Troisième strate. — Grès blanc, calcaire, très fracturé et caverneux, qui se distingue par la présence de la *Gryphæa columba*,

variété de grande dimension; d'un *Pecten* ayant de grands rapports avec le *Neithea lævis*, Drouet (*Janira phaseola*, d'Orb., *pro parte*), dont il pourrait bien n'être qu'une variété; et surtout d'un petit *Cassidulus* que je ne retrouve pas ailleurs et que M. Michelin regarde comme nouveau.

On trouve ce terrain aux Perrais et au delà de Coulaines, sur la nouvelle route de Neuville. Il doit aussi se montrer à Tuffé, d'où l'on m'a apporté le petit *Cassidulus* qui le caractérise.

Quatrième strate. — Terrain marneux, caractérisé par la présence de l'*Ostrea vesiculosa*, Sow., fossile qui a été confondu par plusieurs auteurs, et dernièrement, dans la *Paléontologie française*, avec l'*Ostrea vesicularis*, Lamk.

Ce terrain se trouve particulièrement aux Perrais, à Yvré-l'Evêque, à la Croix-Georgette, route de Sablé.

Cinquième strate. — Marne blanchâtre, en partie tendre et en partie assez dure pour servir de moellons, contenant des grains de chlorite, caractérisée par le *Gryphæa columba*, *Ostrea biauriculata*, *Gryphæa plicata*. Ces fossiles, surtout les deux premiers, se trouvent dans ce strate en quantité considérable.

Ce terrain, très répandu autour du Mans, couronne, du côté de la rive gauche de la Sarthe, les buttes de Gazonfier et de Douce-Amie, et du côté de la rive droite, celles de Romillon et de Saint-Georges. Il a été exploité comme pierre à bâtir sur le prolongement de la rue de Flore, dans le voisinage de la Croix-de-Pierre, aux Perrais, à la Croix-Georgette, à Yvré-l'Évêque, etc.

Sixième strate. — Couche marneuse, jaunâtre, très interrompue, ayant seulement quelques centimètres d'épaisseur, remplie de fossiles très curieux, particulièrement caractérisée par les *Caprotina costata*, *Caprotina striata*, *Caprotina semistriata* et par les *Trigonia sulcataria* et *Trigonia spinosa*.

Cette couche, qui se rencontre rarement et toujours d'une faible épaisseur, n'a été exploitée, pour la paléontologie, qu'aux Perrais, où elle a fourni le plus grand nombre des espèces trouvées dans ce terrain, sur la nouvelle rue de Flore et à la Croix-Georgette.

J'y rapporte, mais avec doute, une veine de pierre dure qui se trouve sur la butte d'Yvré et à Coulaines, dans laquelle on remarque une grande quantité de *Trigonia sulcataria*, de *Trigonia spinosa*, le *Pectunculus subconcentricus* et des débris de *Caprotina*.

Je n'ai jamais pu reconnaître en place l'ordre de superposition de cette couche pierreuse qui, dans les lieux indiqués, affleure le sol, et je ne la place dans le sixième strate que parce que j'y ai recueilli un grand nombre de fossiles analogues à ceux qui se trouvent dans la couche de marne jaunâtre des Perrais.

Septième strate. — Grès marneux, blanchâtre, entrecoupé de couches puissantes de sable marneux, le tout plus ou moins chloritié. Ce strate se caractérise par le *Nautilus triangularis*, dont un caractère particulier et inédit est d'avoir le dos de la spire alternativement anguleux ou en carène, et parfaitement arrondi; l'*Ammonites rothomagensis;* une *Ammonite* costulée ayant deux rangs de tubercules sur le dos et les tours de spire obliques. Cette espèce, qui a les plus grands rapports avec le jeune âge de l'*Ammonites Mantellii*, en diffère, suivant moi, par ce dernier caractère qui est constant. On rencontre dans ce même strate le *Pterodonta inflata*, le *Globiconcha rotundata*, le *Pterocera incerta*, la *Nerinea monilifera.* En général, ces coquilles sont très empâtées et dépourvues de test.

Ce terrain est très développé à Yvré-l'Évêque, aux Perrais, à la Croix-Georgette; il est exploité comme pierre à bâtir dans ces deux localités. On le rencontre encore dans la nouvelle rue de Flore, et il a été mis à nu dans les travaux de nivellement qui ont été exécutés dans la cour de l'évêché.

Huitième strate. — Grès blanc, calcaire entremêlé de sable marneux également blanc, caractérisé par la *Terebratula plicatilis*, la *Terebratula lima*, et une variété de la *Terebratula Menardi* qui pourrait bien à la rigueur être considérée comme espèce; la *Perna lanceolata*, indiquée dans les planches de la *Paléontologie française* comme appartenant à la craie chloritée, et dans le texte du même ouvrage comme faisant partie du terrain turonien (1); sauf erreur de ma part, cette espèce appartient bien évidemment au terrain cénomanien.

---

(1) M. d'Orbigny avait réuni d'abord en un seul étage le turonien et le cénomanien; ce n'est que plus tard qu'il les a séparés. Il ne faut donc pas s'étonner de voir souvent des fossiles, appartenant incontestablement au cénomanien, rangés, dans les premières parties des *Terrains crétacés de la paléontologie française*, parmi les fossiles de l'étage turonien. Ces deux étages ont d'ailleurs été parfaitement séparés, quant aux fossiles, dans le *Prodrome de paléontologie* du même auteur.

Ce terrain très fossilifère contient un très grand nombre de mollusques bryozoaires qui encroûtent presque tous les fossiles. Il est exploité comme pierre à bâtir à Yvré, carrière du Rocher, et carrière des Caves, ainsi qu'à la Trugale.

Neuvième strate. — Grès dur, rougeâtre, entremêlé de sables, retenant souvent agglutinées sur la face supérieure du banc un grand nombre de *Gryphæa columba* de moyenne grosseur et généralement mal conservées, comme si elles avaient été remaniées. Les sables renferment parfois un grand nombre de débris de mollusques bryozoaires et d'épines d'oursins qui se trouvent dans certains endroits appliqués en masse et adhérents à la face supérieure du lit de grès. Cette couche, très pauvre en espèces fossiles, a conservé quelques mauvaises empreintes de Trigonies et autres coquilles bivalves. J'y ai néanmoins recueilli quelques exemplaires de l'*Ostrea diluviana* qui commence à paraître là pour la première fois ; un exemplaire de *Pterocera incerta;* trois espèces d'*Ammonites*, dont une se rapporte à l'*Ammonites Woolgarii*, et les deux autres me semblent inédites.

On trouve ce terrain à la vallée de Saint-Blaise, où il a cessé d'être exploité. Ce même banc a été entamé au Greffier, dans les travaux de charité exécutés en 1848.

NOTA. La place que j'assigne aux strates huitième et neuvième pourrait bien n'être pas définitive, par la raison que je n'ai jamais rencontré en place les stratifications supérieures et inférieures ; ce n'est que par l'étude des niveaux géologiques du voisinage que j'ai cru devoir les placer à ce rang.

Dixième strate. — Sables marneux, blanchâtres, passant quelquefois au brun, renfermant des grains de chlorite, présentant dans leur coupe des couches bien séparées, le plus souvent horizontales, quelques unes cependant inclinées et même contournées, tandis que les couches supérieures et inférieures restent horizontales. Cette disposition particulière a été remarquée par M. Bertrand-Geslin dans une excursion géologique que j'ai eu l'honneur de faire avec ce savant géologue. Certaines portions de ce strate se sont agglutinées pour former des blocs de pierre qui se trouvent perdus dans la masse.

Ce terrain se caractérise par la *Terebratula compressa*, Lamk. ; l'*Ostrea diluviana*, en grande abondance, mais ordinairement de petite dimension ; une espèce de *Gervillia* figurée dans la *Paléontologie française* et indiquée par erreur sous le nom de *Gervillia avicu-*

loides (1), Defrance. L'auteur de ce savant ouvrage rapporte ce fossile au terrain turonien, tandis qu'au Mans il se trouve seulement dans une des couches les plus profondes du terrain cénomanien. Les sables bruns légèrement chlorités de cette couche contiennent un grand nombre de débris de Crustacés, dont quelques uns assez bien conservés. C'est dans les déblais provenant de cet étage que j'ai rencontré le cône ou épi mâle du *Zaniostrobus Guerangeri*, mentionné par M. Ad. Brongniart dans le *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*.

Onzième strate. — Grès extrêmement caverneux, désigné par les carriers sous le nom de *Jalais*. C'est le gisement le plus riche en fossiles de notre localité. La partie supérieure de ce dépôt est presque toujours recouverte d'une couche de fossiles parmi lesquels se trouvent le *Pecten subacutus*, *Pecten elongatus;* ces deux espèces sont ordinairement comprimées et très difficiles à obtenir en bon état. On y trouve aussi la *Corbis rotundata*, la *Crassatella vendinnensis*, la *Trigonia affinis*. On rencontre dans ce strate une grande abondance de petits nodules siliceux de diverses formes et grosseurs dont tous les contours sont arrondis. Ces corps sont considérés par plusieurs naturalistes comme étant d'origine organique et désignés sous le nom de *Nullipores*. On n'y aperçoit, en effet, aucun pore, mais on y remarque quelquefois des couches concentriques; quelques uns sont perforés par les *Lithodomes*.

Les cavités du grès qui forme le onzième strate sont toutes remplies de marne argileuse. C'est au milieu de ces dépôts que l'on trouve dans un état de conservation si parfait les *Terebratula biplicata*, *Terebratula alata*, *Terebratula Menardi*, et un grand nombre de mollusques bryozoaires et d'échinodermes qui ont été préservés de tout accident dans ces espèces de cellules.

Ce terrain se trouve à Sainte-Croix, dans les carrières de Gazonfier et de la Butte.

Douzième strate. — Sable grossier, complétement teint en vert par la chlorite. Cette couche, d'une épaisseur d'environ cinquante centimètres, est à peu près horizontale. Je n'y ai jusqu'ici rencontré aucun fossile. Les carriers creusent dans ce sable, au moyen de

---

(1) La *Gervillia aviculoides*, indiquée à tort, dans le *Prodrome de paléontologie*, comme ayant été décrite par Defrance, est la *Gervillia subaviculoides*, d'Orb. (Voy. *Prod. de pal.*, vol. II, *errata*.)

pelles à très long manche, des cavités qui déterminent l'éboulement du grès caverneux n° 11.

Ce terrain se trouve à Sainte-Croix, aux carrières de Gazonfier et de la Butte.

Treizième strate. — Grès jaunâtre, à grains assez volumineux et roulés, caractérisé par une grande abondance de *Trigonia crenulata*, quelques *Trigonia dædalea*, *Cyprina ligeriensis*, *Ammonites rothomagensis*, *Ammonites Mantellii*. Cette couche, assez capricieuse, n'est pas continue, et par conséquent manque très fréquemment; alors elle est presque toujours remplacée par un sable siliceux très grossier, dont quelques grains atteignent quelquefois le volume d'une noix. On voit très distinctement, dans la coupe de ce sable, le contour de la *Trigonia crenulata*, dessiné en blanc par une matière pulvérulente. La partie supérieure de ce gros sable est quelquefois, mais rarement, recouverte par une argile feuilletée, renfermant entre ses bancs des oursins avec leurs épines; des *Asterias* et des *Ophiures* d'une grande beauté; j'y ai aussi rencontré une *Perna* très curieuse que je crois inédite. Dans ce même strate, on rencontre quelquefois de petits dépôts d'un terrain jaune, sablonneux, rempli de petits coquillages d'une grande fragilité, parmi lesquels figurent un assez grand nombre de gastéropodes.

L'ensemble de ce terrain est très développé dans les carrières de Gazonfier et de la Butte.

Quatorzième strate. — Alternance de sables, de grès et d'argile schisteuse; le grès ne s'y trouve pas en couche continue, mais seulement représenté par des blocs isolés. Ce terrain est caractérisé par l'*Ostrea lingulata*; une variété du *Gryphæa columba* plus globuleuse que le type.

Ce terrain se trouve à Sainte-Croix, dans les carrières de Gazonfier et de la Butte.

Quinzième strate. — Grès très dur à grains assez fins, bleu au centre et roux à la partie extérieure. Cette dernière couleur est disposée par couches concentriques : cette différence de nuance si tranchée me paraît occasionnée par le fer, qui ne serait pas dans le même état d'oxydation au centre et à la surface.

Ce terrain, fort peu fossilifère, se caractérise particulièrement par une grande quantité de petits débris végétaux charbonnés disposés surtout sur la partie bleue du grès. On n'y a jamais trouvé de formes déterminables, à l'exception d'un fragment de feuille que

j'ai recueilli et qui semble appartenir au genre *Zamia*. On trouve encore dans cette couche des fragments assez volumineux d'apparence ligneuse, mais complétement indéterminables. L'*Ammonites Mantellii* s'y trouve quelquefois.

Le quinzième strate est l'étage le plus ancien que je connaisse dans les environs du Mans, et c'est le dernier auquel on s'arrête dans nos carrières. On le trouve à Sainte-Croix, dans les carrières de Gazonfier et de la Butte.

Je ne saurais dire, quant à présent, si le terrain à *Orbitolites* de Ballon vient immédiatement après, ou bien s'il se place entre les strates inférieurs que je viens de signaler; cette question ne pourra être résolue que par une étude suivie sur le terrain et par les découvertes paléontologiques qui pourront y être faites.

La Société géologique, à laquelle j'ai l'honneur de soumettre ce travail, fruit de longues années d'observations, ne me prêtera pas l'intention de vouloir établir, comme des étages géologiques absolus, les strates que je viens de lui signaler. Je ne les présente que comme des modifications constantes du terrain cénomanien dans nos environs, dont chacune possède un certain nombre de fossiles particuliers ou déposés en plus grande abondance qu'ailleurs. Cette étude stratigraphique, dans une certaine mesure, destinée à précéder mon catalogue raisonné des fossiles du grès vert du Mans, avait surtout pour but de faciliter les recherches paléontologiques dans ce terrain et d'aider à vérifier mes déterminations.

Après cette communication, M. Guéranger ajoute que, quant aux terrains de la Jonnelière, près Conlie, et à ceux de Guéret, il ne partage pas l'opinion de M. Triger, et croit que c'est l'oolite inférieure. Il a pu, dans ces deux localités, recueillir un grand nombre de fossiles dont il a trouvé les identiques à Bayeux.

M. Triger répond que, partout où les sondages du chemin de fer ont été faits pour reconnaître la roche sous-jacente, on a trouvé sous la couche de la Jonnelière l'oolite miliaire de Domfront-en-Champagne, et qu'il persiste à considérer Guéret et la butte de la Jonnelière comme oolite moyenne.

Quant aux terrains crétacés des environs du Mans, il reconnaît en tous points l'exactitude des faits avancés par

M. Guéranger, sans y attacher d'ailleurs une importance plus grande que lui.

M. Bertrand-Geslin, président, a ensuite la parole, et s'exprime en ces termes :

Messieurs,

Avant de nous séparer, permettez-moi de vous adresser, au nom de la Société géologique, l'expression de toute sa gratitude pour l'accueil bienveillant qu'elle vient de recevoir dans votre ville, et pour l'intérêt que vous avez bien voulu prendre à nos recherches.

Nous devons remercier plus particulièrement messieurs les naturalistes du département qui se sont empressés de nous accompagner et de nous communiquer leurs intéressantes et riches collections.

Quant à M. Triger, ce n'est pas seulement nous qui le remercions, mais la Société tout entière, tant pour les beaux travaux de sa carte géologique du département, que pour le zèle et l'obligeance infinie qu'il a mis à nous en démontrer l'exactitude sur le terrain, et à nous faciliter, par ses savantes et persévérantes observations, l'étude des faits géologiques si intéressants et si variés que ce département renferme, étude dont l'intérêt est si important, tant pour l'agriculture que pour l'industrie.

Soyez bien convaincus, Messieurs, des sentiments de reconnaissance que nous emporterons en vous quittant et du souvenir agréable que nous conserverons de cette réunion.

La séance est levée à dix heures.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

G. Schulz et A. Paillette. — Notice sur une pyrite stannifère (Ballestérosite) et sur quelques gisements d'étain en Espagne. . . 16
Ach. de Zigno. — Nouvelles observations sur les terrains crétacés et à Nummulites des Alpes vénitiennes. 25
Landriot. — Réponse aux réflexions de M. Delahaye sur les fossiles des schistes de Muse (Saône-et-Loire). 32
Ad. Paillette. — Sur les cailloux roulés des rivières des Asturies et les poudingues de la formation houillère de Mieres (Asturies). . 37
A. Favre. — Essai sur la géologie des montagnes placées entre la chaîne du Mont-Blanc et le lac de Genève. 49
Constant Prévost. — Sur le mode de formation des chaînes de montagnes. 52
Id. — Projet de description géologique du littoral de la France. 56
Th. Davidson. — Sur quelques Brachiopodes nouveaux ou peu connus (*Bouchardia*, *Argyope*, etc.) (pl. I). 62
La Société. — Élections pour 1850. 78
A. Damour. — Analyses de plusieurs feldspaths et roches volcaniques de l'Islande. 83
A. Leymerie. — Observations sur une note de M. Raulin, intitulée : Quelques mots encore sur le terrain à Nummulites. . . . 90
Alcide d'Orbigny. — Extrait de son « Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle ». 99
J. Thurmann. — Sur son Essai de phytostatique appliquée à la chaîne du Jura. 111
Constant Prévost. — Sur les terrasses des rivages des mers et des vallées. 123
Alcide d'Orbigny. — Note sur les fossiles de l'étage danien de Paris. . 129
Ed. Hébert. — Sur l'existence du calcaire pisolitique à Ambleville (Seine-et-Oise). 135
Dn. Casiano de Prado. — Note sur les terrains de Sabero dans les montagnes de Léon (Espagne). (Pl. II.). 137
Ed. de Verneuil. — Note sur les fossiles dévoniens du district de Sabero (Léon). (Pl. III et IV.). 155
H. Hogard. — Observations sur les nappes et cônes d'éboulements et sur les lits de déjections des torrents des glaciers, principale-

ment dans le Valais. (Pl. V et VI.) 187
A. Leymerie. — Sur le terrain de transition supérieur de la Haute-Garonne. 210
Ed. de Verneuil. — Détermination des fossiles découverts dans ce terrain. 221
A. Damour. — Sur un kaolin produit par la décomposition du béryl aux environs de Limoges. 224
H. Coquand et E. Bayle. — Sur les fossiles secondaires recueillis dans le Chili par M. I. Domeyko. 232
T. de Calderon. — Sur l'état de l'industrie minérale en Portugal. . 239
Le Trésorier. — Compte des recettes et des dépenses de 1849. . . 247
La Commission. — Rapport sur la gestion du trésorier pendant l'année 1849. 250
A. Boué. — Sur les formes de la surface terrestre et sur leurs causes, ainsi que sur la paléophysique, la paléohydrographie et la paléochimie (extrait). 260
A. Daubrée. — Sur la production artificielle de l'oxyde d'étain, de l'oxyde de titane et du quartz. — Sur l'origine des filons titanifères des Alpes. 267
J. Durocher. — Sur la nouvelle note de M. Scheerer sur l'origine du granite. 276
Le Trésorier. — Présentation du budget pour 1850. 290
Ed. Collomb. — Sur le granite du ballon de Guebwiller et sur la serpentine d'Odern (Haut-Rhin). 291
J. Durocher. — Sur le test des Trilobites et des animaux fossiles de la Bretagne en général. 307
A. Delesse. — Sur le porphyre de Lessines et de Quenast (Belgique). 310
A. Cornette. — Observations diverses sur les environs de Santa-Fé de Bogota. 320
Marie Rouault. — Réponse à la note de M. Durocher, sur l'organisation des Trilobites. 322
A. Rivière. — Sur le terrain gneissique de la Vendée. 327
Ed. Hébert. — Position des sables de Bracheux et du calcaire de Rilly dans le N.-E. du bassin de Paris. 338
H. de Collegno. — Notes d'un voyage en Espagne et en Portugal en 1849. 344
A. Daubrée. — Sur la présence du bismuth natif dans le minerai de fer de Framont (Vosges). 352
De Wegmann. — Sur la possibilité du dépôt de couches sédimentaires au fond des eaux sur des plans inclinés. 353
Divers. — Discussion relative à la communication précédente. . . 355
J. Delanoue. — Sur le terrain dévonien inférieur dans le bassin boulonnais-westphalien 363
Marie Rouault. — Sur les divers états des fossiles du schiste ardoisier de Bretagne, et sur le test des Trilobites. 370
P. de Tchihatcheff. — Sur les dépôts sédimentaires de l'Asie Mineure. 388
A. Delesse. — Analyse du granite de Valorsine 424
Id. — Sur la variolite de la Durance. 427
A. Daubrée. — Sur les alluvions anciennes et modernes d'une partie du bassin du Rhin. 432

A. Daubrée. — Sur le gisement du bitume, du lignite et du sel dans le terrain tertiaire de Bechelbronn et de Lobsann (Bas-Rhin). . . 444
J. Poeli. — Mémoire sur la zone volcanique d'Italie en général, et en particulier sur celle des États-Romains. (Pl. VII.). 455
J. Thurmann. — De l'influence des propriétés physiques du sol sur la distribution des espèces. 474
D'Hombres-Firmas. — Sur les géodes d'Alzon (Gard). 479
J. Degousée. — Sur les alluvions des lagunes vénitiennes et les puits artésiens de Venise. (Pl. VIII.). 481
A. Delesse. — Sur la syénite rose d'Égypte. 484
A. Viquesnel. — Notice sur la collection de roches recueillie en Asie Mineure et en Perse par feu Hommaire de Hell. 491
Id. — Note sur l'emplacement du Bosphore à l'époque du dépôt du terrain nummulitique. 514
A. Delesse. — Sur le Porphyre rouge antique. (Pl. IX.). 524
Lory. — Sur la composition minéralogique et chimique de quelques roches amphiboliques de l'Isère. 540
J. Fournet. — Sur quelques résultats d'une excursion dans les Alpes occidentales, en août et septembre 1849. 548
Ch. Martins et B. Gastaldi. — Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô, aux environs de Turin. (Pl. X.). 554
W. Manès. — Sur les dépôts de gypse des départements de la Charente et de la Charente-Inférieure. 605
A. Boué. — Sur la production des mines des États autrichiens. . . 615
Id. — Extr. de son mémoire sur la paléo-hydrographie et la paléo-orographie. 619
E. Desor. — Des alluvions marines et lacustres et du terrain erratique de l'Amérique du Nord. 623
Ch. Gomart. — Sur l'alluvion ancienne des environs de Saint-Quentin (Aisne). 632
H. G. Fauvergue. — Sur le dépôt à Nummulites du département de l'Aude. 633
Fleury. — Sur un conglomérat coquillier observé à Saint-Martin (Antilles). 636
V. Raulin. — Réponse aux observations critiques de M. Leymerie relatives au terrain à Nummulites des Pyrénées, et aux terrains tertiaires de l'Aquitaine. 644
Berthon. — Sur les terrains tertiaires supérieur et moyen des environs de Théziers, près Beaucaire (Gard). 651
A. Daubrée. — Sur les filons de fer de la région méridionale des Vosges, et la corrélation des gîtes métallifères des Vosges et de la Forêt-Foire. 655
Jackson. — Sur les gîtes cuprifères du district métallifère du lac Supérieur. 667
Damour. — Analyse de millépores provenant de Bréhat (Côtes-du-Nord) et des côtes de la Méditerranée. 675
L. Bellardi. — Liste des fossiles du terrain nummulitique du comté de Nice. 678
J. Durocher. — Sur la structure des montagnes de la Scandinavie et

sur les phénomènes de soulèvement qui leur ont donné naissance. 683
A. Delesse. — Sur la kersantite des Vosges et le kersanton du Finistère. 704
L. Zeuschner. — Description géologique du dépôt de soufre à Szwoszowice, près de Cracovie. 715
Marie Rouault. — Note sur un nouvel étage (grès armoricain) du terrain silurien inférieur de la Bretagne. 724
Réunion extraordinaire au Mans (Sarthe). (Pl. XI.) 745

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE SEPTIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

Année 1849 à 1850.

A

Ain. Reptiles et poissons du terrain jurassique, p. 622.

Aisne. Terrain d'alluvion à Saint-Quentin, p. 632.

Alpes. Sur les nappes et cônes d'éboulement, et sur les lits de déjection des torrents des glaciers, principalement dans le Valais, p. 186. — Origine des filons titanifères, p. 270.

Alpes lombardo-vénitiennes. Sur quelques points de leur géologie, p. 664. — Sur les terrains à nummulites et crétacés des Alpes vénitiennes, p. 25.

Alpes occidentales. Sur les roches cristallines, le terrain houiller et le trias, p. 548. — Sur la variolite de la Durance, p. 427.

Amérique septentrionale. Alluvions marines et lacustres et terrain erratique, p. 623.

Amphiboliques (roches). Composition de plusieurs espèces de l'Isère, p. 540. — Sur la kersantite des Vosges et le kersanton du Finistère, p. 704.

ANGELOT. Observation, p. 288.

Antilles. Conglomérat coquillier à Saint-Martin, p. 636.

Aquitaine. Sur quelques questions relatives à ses terrains tertiaires, p. 644.

ARCHIAC (D'). Observations, p. 46, 52, 643.

Asie-Mineure. Sur les dépôts sédimentaires, p. 388. — Exploration de Constantinople aux frontières de Perse, 491.

Aude. Sur les dépôts nummulitiques, p. 90, 633.

Autrichiens (États). Production des mines, p. 615. Travaux géologiques, p. 471.

Avis divers, p. 13, 307.

B

BACHELIER. Sur le terrain oxfordien de Sainte-Scolasse-sur-Sarthe (Orne), p. 749.

BAYLE. Observation, p. 238.

BAYLE et COQUAND. Sur les fossiles secondaires du Chili, p. 232.

BEAUMONT (ÉLIE DE). Sur le dépôt de couches sédimentaires sur des plans inclinés, 359. — Sur la profondeur des lacs de la Lombardie, p. 605.

Observations, p. 45, 120, 126, 209, 224, 288, 322, 341, 344, 360, 363, 369, 431, 478, 604, 620, 631, 643, 675.

Belgique. Hippurites de Montignies-sur-Roc, p. 15. — Sur le porphyre

— de Lessines et de Quenast, p. 310. — Caractères et limites du terrain dévonien inférieur, p. 363.
Bellardi. Liste des fossiles du terrain nummulitique du comté de Nice, p. 678.
Berthon. Sur les terrains tertiaires de Théziers au N. de Beaucaire (Gard), p. 651.
Bertrand-Geslin. Discours de clôture de la réunion extraordinaire au Mans, p. 808.
Bibliographie, p. 5, 14, 36, 46, 75, 80, 98, 205, 244, 289, 317, 351, 385, 469, 521, 613, 673.
Bismuth dans le minerai de fer de Framont (Vosges), p. 352.
Bitume dans le terrain tertiaire du Bas-Rhin, p. 444.
Bois fossile récent de Dixmont (Yonne), p. 588.
Bouvée. Sur les terrasses côtières et les vallées à plusieurs étages, p. 121. Observations, p. 52, 82, 120, 238, 319, 357, 477, 548.
Bouches-du-Rhône. Ancienne plage élevée près de Marseille, p. 61.
Boué. Sur les formes de la surface de la terre, la paléophysique, la paléohydrographie et la paléochimie, p. 260 et 619. — Sur les sculptures de pas humains, p. 358 et 473. — Travaux géologiques en Autriche, p. 471.
Bourgeois. Sur une brèche osseuse de Vallières (Loir-et-Cher), p. 793.
Bouniot. Nature des roches sculptées du Mexique, p. 643.
Brachiopodes nouveaux ou peu connus, p. 62. — Du grès armoricain de Bretagne, p. 727. — Du terrain dévonien de Sabero (Léon), p. 171. — Id. de Sablé, p. 780. — Du terrain danien de Faxoë, p. 232.
Bretagne. Sur le test des trilobites et des animaux fossiles, p. 307, 322. — Sur les causes des divers états des fossiles du schiste ardoisier, et sur le test des trilobites, p. 370. — Sur un nouvel étage (grès armoricain) du terrain silurien inférieur et description de ses fossiles, p. 724. — Sur des matières calcarifères, p. 522.
Brongniart (Ad.). Végétaux fossiles du terrain dévonien de Sablé (Sarthe), p. 767.
Budget pour 1850, p. 290.

C

Caillaud. Grès à Serpules de la Loire-Inférieure, p. 48.
Calderon (de). Sur l'état de l'industrie minérale en Portugal, p. 239.
Canada. Sur des terrains très anciens, p. 208.
Catullo. Sur quelques points de la géologie des Alpes lombardo-vénitiennes, p. 664.
Caumont (de). Sur le sable quaternaire du Bosc-d'Aubigny (Manche), p. 387.
Charente. Sur les dépôts de gypse des environs de Cognac, p. 605.
Charente-Inférieure. Sur les dépôts de gypse, p. 604.
Chili. Fossiles secondaires, p. 232.
Collegno (de). Sur quelques points de la côte S.-E. de l'Espagne et sur les environs de Lisbonne et d'Oporto, p. 344.
Collomb (Ed.). Sur le granite du ballon de Guebwiller et la serpentine de Saint-Amarin (Haut-Rhin), p. 291.
Comptes du trésorier, p. 79, 247, 381. — Rapport sur la gestion du trésorier en 1849, p. 250.
Coquand et Bayle. Sur les fossiles secondaires du Chili, p. 232.
Cornette. Sur les environs de Santa-Fé-de-Bogota, p. 320.
Cornuel. Sur un grand reptile du calcaire néocomien de Wassy (Haute-Marne), p. 702.
Corps organisés fossiles, indéterminés du grès armoricain de Bretagne, genres: Tæniolides, Hactilipalma, Dœdalus, Humilis, Tigillites, Foralites et Vermiculites, p. 729.
Cuivre. Ses gîtes dans le district métallifère du lac Supérieur, p. 662.

D

Damour. Analyses de plusieurs feldspaths et roches volcaniques de l'Islande, p. 83. — Sur un kaolin produit par la décomposition du béril

de Limoges, p. 224. — Analyses du millépora cervicornis de la Manche et de la Méditerranée, p. 475.
Daubeny. Observation, p. 83.
Daubrée. Sur la production de cristaux d'oxyde d'étain, d'oxyde de titane et de quartz et l'origine des filons titanifères des Alpes, p. 267. — Sur la présence du bismuth natif dans le minerai de fer de Framont (Vosges), p. 352. — Sur les alluvions anciennes et modernes d'une partie du bassin du Rhin, p. 432. — Sur le gisement du bitume, du lignite et du sel, dans le terrain tertiaire de Bechelbronn et de Lobsann (Bas-Rhin), p. 444. — Sur les filons de fer de la région méridionale des Vosges et sur la corrélation des gîtes métallifères des Vosges et de la Forêt-Noire, p. 655.
Davidson. Sur quelques brachiopodes nouveaux ou peu connus, *Bouchardia*, *Argyope* et *Terebratula*, pl. I, p. 67.
Decousse. Sur les alluvions des lagunes vénitiennes et les puits artésiens de Venise, pl. VII f, p. 481.
Delanoue. Caractères et limites du terrain dévonien inférieur dans le bassin Boulonnais-westphalien, p. 363. Observations, p. 326, 341, 370, 431, 642.
Delesse. Sur le porphyre de Lessines et de Quenast (Belgique), p. 312. — Analyse du granite de Valorsine, p. 424. — Sur la variolite de la Durance, p. 427. — Sur la syénite rose d'Egypte, p. 484. — Sur le porphyre rouge antique, pl. IX, p. 524. — Recherches sur la kersantite des Vosges et le kersanton du Finistère, p. 704. Observations diverses, p. 45, 119, 210, 288, 431, 546, 648.
Desmarets. Observations, p. 238, 357, 360, 678.
Des Moulins. Sur des rocs branlants des environs de Nontron (Dordogne), p. 209.
Desor. Sur les alluvions marines et lacustres et le terrain erratique de l'Amérique du Nord, p. 623.
Deville. Observations, p. 90, 121, 288, 631, 643.
Dordogne. Rocs branlants des environs de Nontron, p. 209.
Dubocher. Réponse à M. Scheerer sur l'origine du granite, p. 276. — Sur le test des trilobites et des animaux fossiles de la Bretagne en général, p. 307. — Sur la structure des montagnes de la Scandinavie et sur les phénomènes de soulèvement qui leur ont donné naissance, p. 683.

E

Egypte. Sur la syénite rose, p. 484.
Elections, p. 78. — De la réunion extraordinaire, p. 746.
Espagne. Galets avec empreintes d'autres galets dans les poudingues houillers des Asturies, p. 39. — Sur une pyrite stannifère et sur quelques gisements d'étain dans le Nord de l'Espagne, p. 16 et 74. — Sur les terrains des environs de Sabero dans les montagnes de Léon, p. 137 et 155. — Sur quelques points de la côte S.-E., p. 344.
Etain. Gisement de minerais et d'une pyrite stannifère dans le nord de l'Espagne, p. 16 et 74. — Production artificielle de cristaux de son oxyde, p. 267.
Etats romains. Sur leur zone volcanique, p. 455.
Etats-Unis. Sur les gîtes cuprifères du district métallifère du lac Supérieur, p. 667.

F

Fauvrage. Sur les dépôts nummulitiques de l'Aude, p. 633.
Favre. Sur la géologie des montagnes placées entre la chaîne du mont Blanc et le lac de Genève, p. 49. Observations, p. 44, 83, 224, 603.
Feldspath. Analyses de plusieurs feldspaths des roches volcaniques d'Islande, p. 83.
Fer. Minière d'alluvion de Florange (Moselle), p. 206. — Sur les filons dans la région méridionale des Vosges, p. 655 et 352.
Finistère. Recherches sur le kersanton

des environs de Brest, p. 704.
Fleury. Sur un conglomérat coquillier observé à Saint-Martin (Antilles), p. 656.
Forestier (de). Bois fossile récent de Dixmont (Yonne), p. 388.
Forêt-Noire. Corrélation de ses gîtes métallifères et de ceux des Vosges, p. 655.
Fournet. Sur le trias, le terrain houiller et les roches cristallines des Alpes occidentales, p. 548.
France. Projet de description de son littoral, p. 56.

G

Galets, avec impressions d'autres galets, p. 39.
Gard. Géodes de quartz d'Alzon, p. 480. — Terrains tertiaires de Théziers, au nord de Beaucaire, p. 651.
Garonne (*Haute-*). Sur le terrain de transition supérieur, p. 210 et 221. — Sur la craie de Gensac, p. 221.
Gastaldi. Observations, p. 604, 605.
Gastaldi et Martins. Sur les terrains superficiels de la vallée du Pô, aux environs de Turin, pl. X; 1° formations et traces glaciaires, p. 554; 2° formations aqueuses, p. 586. 3° parallèle entre eux et ceux de la plaine Suisse, p. 597.
Géologie agricole. Glauconie crayeuse comme engrais, p. 798.
Gîtes métallifères. Corrélation de ceux des Vosges et de la Forêt-Noire, p. 655.
Glaciers. Nappes, cônes d'éboulement et lits de déjection, principalement dans le Valais, p. 186.
Glaciers anciens. Dépôts et traces dans la vallée du Pô aux environs de Turin, p. 554.
Gomart. Coupe du terrain d'alluvion à Saint-Quentin (Aisne), p. 632.
Granite. Sur son origine, p. 276. — De Guebwiller (Haut-Rhin), p. 291. — Analyse de celui de Valorsine, p. 424. — De l'Asie-Mineure et de la Perse, p. 511.
Grenade (*Nouvelle-*). Sur les environs de Santa Fé de Bogota, p. 320.
Guéranger. Etude paléontologique et stratigraphique du grès cénomanien des environs du Mans (Sarthe), p. 800.
Gypse (*dépôts de*). Age de ceux de la Charente et de la Charente-Inférieure, p. 605.

H

Hauer (de). Production des mines des Etats autrichiens, p. 615.
Hébert. Sur le calcaire pisolitique d'Ambleville près Magny (Seine-et-Oise), p. 135. — Sur la position des sables de Bracheux et du calcaire de Rilly, dans le N.-E. du bassin de Paris, p. 338.
Observation, p. 82, 123, 341, 344, 357, 387, 650.
Helmersen. Observations géologiques aux deux extrémités de l'Oural, p. 31.
Hogard. Sur les nappes et cônes d'éboulement et sur les lits de déjection des torrents des glaciers, principalement dans le Valais, pl. V et VI, p. 186.
Hombres-Firmas (d'). Sur les géodes de quartz d'Alzon (Gard), p. 480.

I

Isère. Composition minéralogique et chimique de plusieurs roches amphibolitiques, p. 540.
Islande. Analyse de plusieurs feldspaths et roches volcaniques, p. 83.

J

Jackson. Sur les gîtes cuprifères du district métallifère du lac Supérieur, p. 667.

Jura. Principes de phytostatique appliqués à cette chaîne, p. 111 et 474.

K

Kaolin résultant de la décomposition du beryl de Limoges, p. 224.

Koninck (de). Observation, p. 370.

L

Landriot. Réponse à M. Delahaye, sur les fossiles des schistes de Muse (Saône-et-Loire), p. 33.

Levallois. Sur la minière de fer de Florange (Moselle), p. 206.

Leymerie. Observations critiques sur une note de M. Raulin, intitulée : Quelques mots encore sur le terrain à nummulites (Pyrénées et Montagne-Noire), p. 90— Sur le terrain de transition supérieur de la Haute-Garonne, p. 210.—Sur la craie de Gensac (Haute-Garonne), p. 221.

Lignite. Dans le terrain tertiaire du Bas-Rhin, p. 444.

Ligurie. Fossiles du terrain nummulitique de Nice, p. 678.

Logan. Sur des terrains très anciens du Canada, p. 208.

Loir-et-Cher. Brèche osseuse de Vallières, p. 795.

Loire-Inférieure. Grès à serpules, p. 48.

Lombardo-Vénitien (*Royaume*). Alluvions des lagunes et puits artésiens de Venise, p. 481.—Profondeur des lacs, p. 605.

Lorière (de). Sur la réunion extraordinaire au Mans (Sarthe), p. 523.— Sur le terrain jurassique de Domfront, p. 757.

Lory. Composition minéralogique et chimique de plusieurs roches amphibboliques de l'Isère, p. 540.

M

Mammifères fossiles de la brèche osseuse de Vallières (Loir-et-Cher), p. 796.

Manche. Sable quaternaire du Bosc-d'Aubigny, p. 587.

Marès. Sur les dépôts de gypse de la Charente et de la Charente-Inférieure, p. 605.

Marne. Position du calcaire de Rilly, p. 338.

Marne (*Haute*). Grand reptile du calcaire néocomien de Wassy, p. 702.

Martins. Observations, p. 44, 119, 126, 478, 604, 605, 631, 632, 675.

Martins et Gastaldi. Sur les terrains superficiels de la vallée du Pô, aux environs de Turin, pl. X; 1° Formations et traces glaciaires, p. 554; 2° Formations aqueuses, p. 586; 3° parallèle entre eux et ceux de la plaine Suisse, p. 597.

Membres nouveaux, p. 13, 36, 46, 80, 205, 244, 288, 317, 351 385, 521, 613, 673.

Mexique. Nature de diverses roches sculptées, p. 643.

Michelin. Sur des matières calcarifères de Bretagne, p. 522. Observations, p. 119. 642, 753.

Millepora cervicornis. Analyse de ceux de la Manche et de la Méditerranée, p. 475.

Mines. Production de celles des États Autrichiens, p. 615.

Mollusques fossiles du terrain dévonien de la Sarthe, p. 778.—Id. de Sabero (Léon), p. 170.— Id. de l'Asie mineure, p. 501.— Du calcaire carbonifère de Sablé (Sarthe), p. 776; — du terrain jurassique de Domfront (Orne), p. 756, 758, 760. — Des terrains jurassique et néocomien du

Chili, p. 233. — Du terrain crétacé des Alpes lombardo-vénitiennes, p. 27, 30. — Du terrain danien du bassin de Paris, p. 127. — Du terrain à nummulites de Nice, p. 680, de la Turquie p. 519, de l'Asie-Mineure p. 405 et 408. — Du terrain tertiaire d'Asie-Mineure, p. 408.

Montagnes. Mode de formation des chaînes, p. 52.

Moselle. Sur la manière de fer d'alluvion de Florange, p. 206.

MUNCHISON. Observation, p. 682.

N

Naples (*Royaume de*). Dégradations atmosphériques en Calabre, p. 203.

Nord. Caractères et limites du terrain dévonien inférieur, p. 363.

O

Oise. Position des sables de Bracheux, p. 338.

OMALIUS D'HALLOY (d'). Observations, p. 126, 319, 361.

ORBIGNY (ALCIDE D'). Formation des strates obliques, p. 45. — Principes de paléontologie extraits de son *Prodrome*, p. 99. — Sur les fossiles de l'étage danien (surtout du bassin de Paris), p. 127. Observations, p. 61, 642, 678.

Orne. Terrain oxfordien de Sainte-Scolasse-sur-Sarthe, p. 719.

P

PAILLETTE. Dispositions des cailloux des torrents, p. 37. — Roches ramollies dans des fourneaux, p. 38. — Galets avec impressions d'autres galets dans les poudingues houillers de Mières (Asturies), p. 39. — Dégradations atmosphériques en Sicile et en Calabre, p. 203.

PAILLETTE ET SCHULZ. Sur une pyrite stannifère, et sur quelques gisements d'étain dans le N. de l'Espagne, p. 16 et 74.

Paléontologie. Extrait de ses principes, p. 99.

Paris (*Bassin de*). Sur les fossiles de l'étage danien, p. 127. — Synchronisme des formations marines et d'eau douce, p. 342.

Pas humains sculptés sur les roches, p. 318 et 473.

Pas-de-Calais. Caractères et limites du terrain dévonien inférieur, p. 363.

PERRIN. Note sur sa collection du trias de Lorraine, p. 16.

Perse. Exploration géologique de la partie septentrionale, p. 491.

Phytostatique du Jura, p. 111 et 474.

Piémont. Mastodonte trouvé près de Turin, p. 49. Terrains superficiels de la vallée du Pô aux environs de Turin, p. 564.

Planches du Bulletin. I, p. 74; II, p. 137; III, p. 164; IV, p. 174; V, p. 189; VI, p. 192; VII, p. 455; VIII, p. 481; IX, p. 524; X, p. 554; XI, p. 794. — *Figures sur bois*. Cartes, p. 633. — Coupes de terrains, p. 38, 211, 216, 293, 295, 321, 345, 350, 504, 557, 590, 619, 620, 621, 626, 630, 633. — Roches, p. 40, 312, 313, 576, 583, 711. — Fossiles, p. 217, 218. — Machines, p. 40.

Poissons, du terrain jurassique de l'Ain, p. 622.

Pologne. Dépôt de soufre du terrain tertiaire moyen près de Cracovie, p. 715.

PONZI. Sur la zone volcanique de l'Italie, et en particulier sur celle des États-Romains, p. VII, p. 455.

Porphyres de la Sarthe, p. 784 et 792. De Lessines et Quenast (Belgique), p. 310. — Rouge antique, p. 524.

Portugal. État de son industrie minérale, p. 239. — Sur les environs de Lisbonne et d'Oporto, p. 344.

PRADO (CASIANO DE). Sur les terrains

carbonifère, dévonien et crétacé des environs de Sabero dans les montagnes de Léon, pl. II, p. 137.
Prévost (Constant). Sur le mode de formation des chaînes de montagnes, p. 52. — Projet de description géologique du littoral de la France, p. 56. — Mode de formation des terrasses des vallées, p. 123. — Synchronisme des formations marines et d'eau douce dans le bassin de Paris, p. 342. — Sur le dépôt de couches sédimentaires sur des plans inclinés, p. 355 et 358. Observations diverses, p. 82. 136, 604, 643.
Prusse-Rhénane. Caractères et limites du terrain dévonien inférieur, p. 363.
Puits artésiens de Venise, p. 481.
Pyrénées. Sur le terrain à Nummulites, p. 90 et 644.

Q

Quartz. Géodes d'Alzon (Gard), p. 480. — Production artificielle de cristaux, p. 267.

R

Raulin. Réponse à M. Leymerie, relativement au terrain à nummulites des Pyrénées, et aux terrains tertiaires de l'Aquitaine, p. 644.
Reptiles. Du terrain jurassique de l'Ain, p. 622. — Du terrain néocomien de Wassy (Haute-Marne), p. 702.
Rhin (*Bassin du*). Sur les alluvions anciennes et modernes, 432.
Rhin (*Bas-*). Gisement du bitume, du lignite et du sel dans le terrain tertiaire de Bechelbronn et de Lobsann, p. 444.
Rhin (*Haut-*). Granite du vallon de Guébwiller et serpentine de Saint-Amarin, p. 291.
Rivière. Sur le terrain gneissique de la Vendée, p. 327. Observations, p. 44. 46, 118, 126, 210, 238, 287, 357, 431, 547, 548.
Roes branlants du Nontronais, p. 209.
Rouault (Marie). Observations sur la note de M. Durocher sur l'organisation des trilobites, p. 322. — Sur les causes des divers états des fossiles du schiste ardoisier de Bretagne, et sur le test des trilobites, p. 370. — Sur un nouvel étage (grès armoricain) du terrain silurien inférieur de la Bretagne, et description des brachiopodes et des fossiles indéterminés qu'il renferme, p. 724. Observations, 746, 766.
Roys (de). Ancienne plage élevée près de Marseille, p. 61. Observations, p. 52, 357.
Russie. Observations géologiques aux deux extrémités de l'Oural, p. 81.

S

Sæmann. Sur la glauconie crayeuse comme engrais, p. 798.
Saône-et-Loire. Sur les fossiles des schistes de Muse, p. 35.
Sarthe. Réunion extraordinaire de la Société au Mans, p. 745. — Terrain silurien, p. 764. — Terrain dévonien et carbonifère, p. 767 et 794. — porphyres, p. 764 et 792. — Terrain jurassique, p. 755, 791 et 793. — Terrain crétacé, p. 747, 755, 762, 793 et 797. — Terrain tertiaire, p. 753 et 793. — Végétaux fossiles du terrain dévonien de Sablé, p. 767. — Sur le grès cénomanien des environs du Mans, p. 800.
Savoie. Géologie des montagnes placées entre la chaîne du Mont-Blanc et le lac de Genève, p. 49.
Saxe. Palæoxyris de Wettin, p. 650.
Scandinavie. Structure de ses montagnes et phénomènes de soulèvement qui leur ont donné naissance, p. 683.
Schnabel. Analyse d'un sulfure de nickel et de colbalt de Westphalie, p. 77.
Schulz et Paillette. Sur une pyrite

stannifère et sur quelques gisements d'étain dans le N. de l'Espagne, p. 16 et 74.
Sédiments. Leur dépôt sur des plans inclinés, p. 353.
Seine-et-Oise. Calcaire pisolitique d'Ambleville près Magny, p. 135.
Sel gemme dans le terrain tertiaire du Bas-Rhin, p. 444.
Serpentine de Saint-Amarin (Haut-Rhin), p. 301.
Sicile. Dégradations atmosphériques, p. 203.
SISMONDA (EUG). Mastodonte trouvé près de Turin, p. 49.
Soufre dans le terrain tertiaire moyen près de Cracovie, p. 716.
Soulèvements de la Vendée, p. 337; de la Scandinavie, p. 683.
STIERLER. Sur un nouveau *Palæocyris* de Wettin (Saxe), p. 650.
Strates obliques. Mode de formation, p. 45.
Suisse. Terrains superficiels mis en parallèle avec ceux de la vallée du Pô, aux environs de Turin, p. 597.
Syénite. Études sur celle d'Égypte, p. 484.

T

TCHIHATCHEFF (DE). Sur les dépôts sédimentaires de l'Asie-Mineure. Terrain dévonien, p. 389. Terrain jurassique, p. 396. Terrain crétacé, p. 398. Terrain nummulitique, p. 403. Terrain tertiaire, p. 415.
Terrain d'alluvion de Saint-Quentin (Aisne), p. 632. — Ancienne plage élevée près de Marseille, p. 61. — Alluvions anciennes et modernes d'une partie du bassin du Rhin, p. 432. — Des lagunes vénitiennes, p. 481. — De l'Asie-Mineure et de la Perse, p. 510. — Alluvions marines et lacustres de l'Amérique du Nord, p. 623. — Conglomérat coquillier de Saint-Martin (Antilles), p. 636. — Disposition des cailloux des torrents, p. 37.
Terrain carbonifère de la Sarthe, p. 767 et 794. — Des Alpes occidentales, p. 548. — Des environs de Sabero dans les montagnes de Léon, p. 137. — Poudingues des Asturies, p. 39. — Fossiles des schistes de Muse (Saône-et-Loire), p. 33.
Terrain crétacé de la Sarthe, p. 747, 755, 762, 793 et 797. — De Gensac (Haute-Garonne), p. 221. — Des environs de Sabero dans les montagnes de Léon, p. 137. — Des Alpes vénitiennes, p. 25. — De l'Asie-Mineure, p. 398 et 503. — Grès cénomanien des environs du Mans (Sarthe), p. 800.
Terrain danien. Fossiles de celui du bassin de Paris, p. 127.
Terrain dévonien de la Sarthe, p. 767 et 794. — Des environs de Sabero, dans les montagnes de Léon, p. 137. — De l'Asie-Mineure, p. 389 et 500. — Caractères et limites de celui du bassin Boulonnais-Westphalien, p. 363.
Terrain diluvien. Brèche osseuse de Loir-et-Cher, p. 795. — Formations aqueuses de la vallée du Pô aux environs de Turin, p. 586. — Terrain erratique de l'Amérique du Nord, p. 623.
Terrain jurassique de la Sarthe, p. 755, 757, 791 et 793. — De l'Asie Mineure, p. 396. — Terrain oxfordien de Sainte-Scolasse (Orne), p. 749.
Terrain à nummulites des Pyrénées, p. 90 et 644. — De l'Aude, p. 90 et 633. — De Nice, p. 678. — Des Alpes vénitiennes, p. 25. — De l'Asie-Mineure, p. 403 et 505.
Terrain primaire des Alpes occidentales, 548. — Terrain gneissique de la Vendée, p. 327. — Schistes cristallins de l'Asie-Mineure et de la Perse, p. 499.
Terrains tertiaires. Calcaire pisolitique de Magny (Seine-et-Oise), p. 135. — Sables de Bracheux et calcaire de Rilly dans le N.-E. du bassin de Paris, p. 338. — De la Sarthe, p. 753 et 793. — De Théziers (Gard), p. 651. — De l'Aquitaine, p. 644. — Avec dépôt de soufre près de Cracovie, p. 715. — De l'Asie-Mineure p. 415 et 509.
Terrain de transition supérieur de la Haute-Garonne, p. 210. — De la Sarthe, p. 764. — Grès armoricain du terrain silurien inférieur de la Bretagne, p. 724.
Terrain triasique des Alpes occidentales, p. 548.

Terrains volcaniques, des États-Romains, p. 455. — De l'Irlande, p. 83. — De l'Asie-Mineure et de la Perse, p. 512.
Texas. Pente légère du fond de la mer, au-devant de Galveston, p. 354, 360 et 362.
THIOLLIÈRE. Reptiles et poissons fossiles du terrain jurassique de l'Ain, p. 622.
THURMANN. Principes de Phytostatique extraits de son essai de Phytostatique du Jura, p. 112. — Réponse à des objections, p. 474.
Titane. Production artificielle de cristaux de son oxyde, p. 267.
Trilobites. Sur la nature de leur test en Bretagne, p. 307, 322 et 370. — Des environs de Sabero dans les montagnes de Léon, p. 164. — Du terrain dévonien de Sablé (Sarthe), p. 778.
Tuiger. Projet d'itinéraire aux environs du Mans, p. 746. — Résumé des observations faites au N.-E. du Mans, p. 747. — Résumé des observations faites du Mans à Sillé-le-Guillaume et Sablé, p. 753, 762, 787.
Observations, p. 807.
Turquie. Sur l'emplacement du Bosphore pendant le dépôt du terrain nummulitique, p. 514.

V

Vallées. Mode de formation de leurs terrasses, p. 128.
Variolite. Études sur celle de la Durance, p. 429.
Végétaux fossiles d'un dépôt de soufre près de Cracovie, p. 721. — Du terrain dévonien de Sablé (Sarthe), p. 767. — Palæoxyris de Wettin (Saxe), p. 630.
Vendée. Description du terrain gneissique, p. 327.
VERNEUIL (DE). Sur les fossiles dévoniens des environs de Sabero, dans les montagnes de Léon (Trilobites, conchifères, brachiopodes, crinoïdes, pl. III et IV, p. 155. — Sur des fossiles siluriens et dévoniens de la Haute-Garonne, p. 221. — Sur les terrains paléozoïques de Sablé (Sarthe), p. 766 et 769. Observations diverses, p. 224, 238, 319, 746.
Vienne (Haute). Kaolin produit par la décomposition du béryl, p. 224.
VIQUESNEL. Rapport sur la gestion du trésorier en 1849, p. 250. Sur le voyage de Constantinople à Hispahan, par Hommaire de Hell, p. 491. Géographie, p. 492. Schistes cristallins, p. 499. Terrain dévonien, p. 500. Terrain crétacé, 503. Terrain nummulitique, p. 505, tertiaire, p. 509. Alluvions, p. 510. Roches ignées, 511. — Sur l'emplacement du Bosphore pendant le dépôt du terrain nummulitique, p. 514.
Vosges. Présence du bismuth dans le minerai de fer de Framont, p. 357.
Vosges. Sur les filons de fer de la région méridionale de cette chaîne, p. 655. — Sur la kersantite, p. 704.

W

WAGNER (de). Sur le dépôt de couches sédimentaires sur des plans inclinés, p. 353 et 361. Observations, p. 119, 604.
Westphalie. Sulfure de nickel et de cobalt, p. 77.

Y

Yonne. Bois fossiles récents à Dixmont, p. 388.

Z

ZEUSCHNER. Sur un dépôt de soufre dans le terrain tertiaire moyen, près de Cracovie, p. 715.
ZIRKEL (DR). Sur les terrains à Nummu-

lites et crétacés, des Alpes-vénitiennes, p. 25.
Zoophytes fossiles du terrain dévonien de Sabero (Léon), p. 161 et 184. Du calcaire carbonifère de Sablé, p. 777. — Du terrain jurassique de Domfront, p. 761. — Du Chili, p. 236. — Du terrain danien du bassin de Paris, p. 152. — Du terrain à Nummulites de Nice, p. 678. — De l'Asie-Mineure, p. 405 et 406. — Du terrain tertiaire de l'Asie-Mineure, p. 416.

FIN DE LA TABLE.

ERRATA.

Pages.	Lignes.	
27,	9	*en remontant, au lieu de :* Borssoni, *lisez :* Borsoni.
39,	12	*en remontant, au lieu de :* des Mieres, *lisez :* de Mieres.
92,	19,	*au lieu de : Montolerensis, lisez : Montolearensis.*
93,	11,	*au lieu de :* Laune-Mezan, *lisez :* Lannemezan.
127,	19,	*au lieu de :* id. *Hebertinus, lisez :* id. *Hebertianus.*
326,	2	*en remontant, au lieu de :* lit, *lisez :* têt.
325,	6	*en remontant, au lieu de :* talorthorites, *lisez :* talorthosites.
331,	12 *et* 17,	*au lieu de :* Pouzanges, *lisez :* Pouzauges.
424,	21,	*au lieu de :* les, *lisez :* îles.
519,		*dernière, au lieu de :* Dauphinates, *lisez :* Dauphinules.
606,	6	*en remontant, au lieu de :* plâtreux, *lisez :* tabulaires.
608,	8,	*au lieu de :* Gypé, *lisez :* gypse.
608,	25,	*au lieu de :* Escayeux, *lisez :* Ecoyeux.
609,	33,	*au lieu de :* meules, *lisez :* nucules.
610,	2,	*au lieu de :* je trouve, *lisez :* se trouve.
611,	3,	*au lieu de :* de, *lisez :* de calcaires.
611,	26,	*au lieu de :* Martron, *lisez :* Martrou.
634,	14,	*au lieu de :* opérée, *lisez :* déposée.
635,		*à la suite de la ligne* 20, *transposez la phrase qui commence à la ligne* 28, *par :* Je dirai que cette différence.
636,	3,	*au lieu de :* inférieure, *lisez :* supérieure.
649,	6,	*au lieu de :* qu'affectent, *lisez :* qui affectent.
721,	2	*en remontant, au lieu de : Swoszourcensis, lisez : Swoszowicensis.*

PERIODICAL

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

RENEWED BOOKS ARE SUBJECT TO
IMMEDIATE RECALL

Library, University of California, Davis

Series 458A

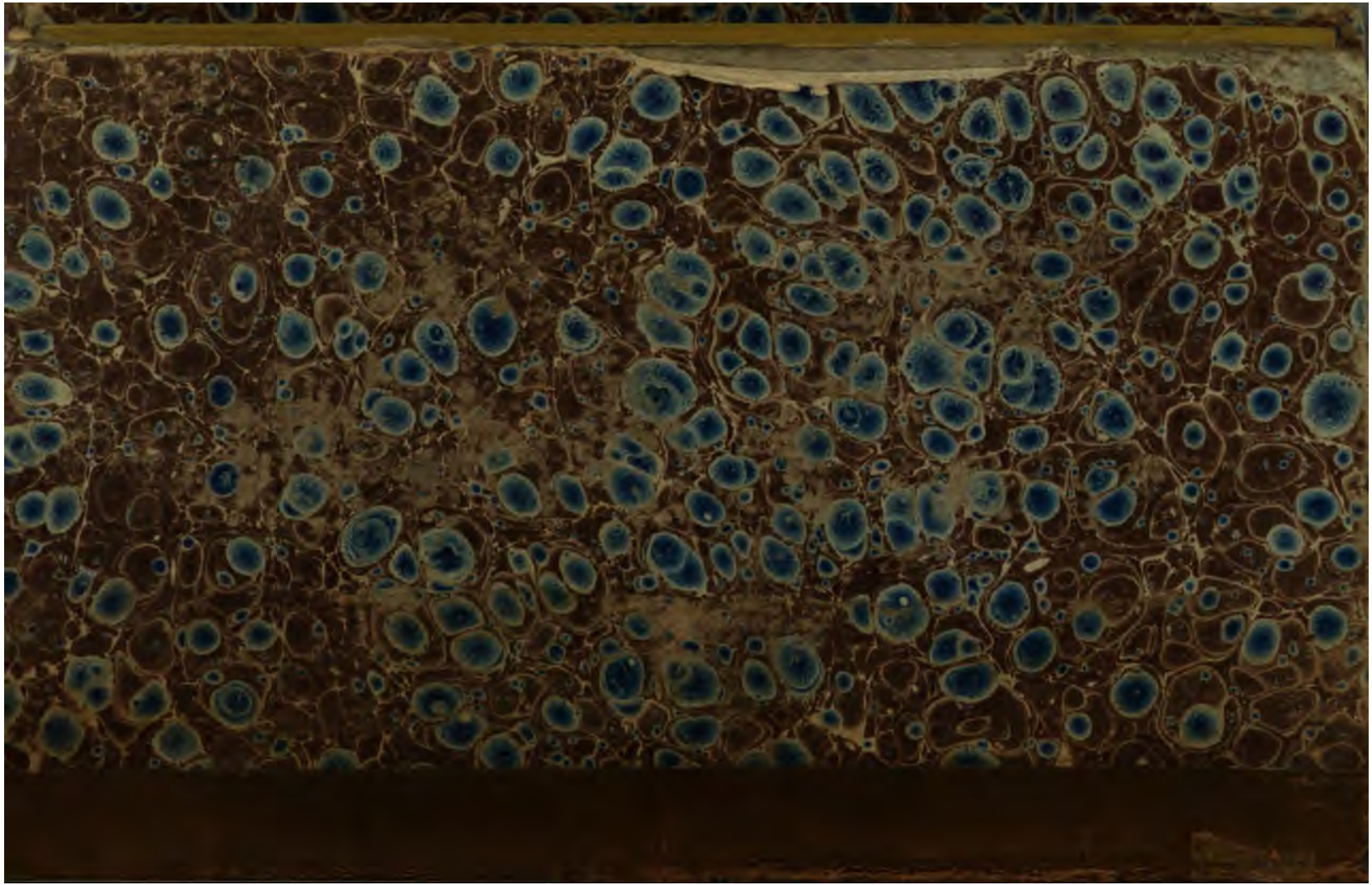
№ 435522

Société géologique
de France, Paris.
Bulletin.

QE1
S63
ser.2
v.7

PHYSICAL
SCIENCES
LIBRARY

Call Number:

4325522
Société géologique
de France, Paris.
Bulletin.

QE1
S63
ser.2
v.7